CHRISTIAN GELLERT

aprenda Radio en 15 días

un método ideal de autoenseñanza sin matemáticas

casi leyendo de corrido ud. llegará a dominar los misterios de la RADIO

H.A.S.A. EDITORIAL HISPANO AMERICANA S. A.

CHRISTIAN GELLERT APRENDA RADIO EN 15 DIAS H.A.S.A.

CHRISTIAN GELLERT

con la dirección técnica del

Ing. FRANCISCO L. SINGER

APRENDA RADIO EN 15 DIAS

SEXTA EDICION



EDITORIAL HISPANO AMERICANA, S. A.

BUENOS AIRES

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Impreso en la Argentina
Printed in Argentine

Primera Edición: 1952
Segunda Edición: 1954
Tercera Edición: 1958
Cuarta Edición: 1959
Quinta Edición: 1962

Este libro se terminó de imprimir para la Editorial Hispano Americana, S. A., de Buenos Aires, en los Talleres Gráficos Dulau, Rauch 1849, en el mes de Mayo de 1964

Al lector:

El objeto de esta obra es proporcionar conocimientos teóricos y prácticos de radio en el mínimo tiempo posible, de modo que si se siguen fielmente las instrucciones se podrán construir receptores y amplificadores de todo tipo.

Los mejores resultados se conseguirán si se cumple la ejercitación práctica simultáneamente con la lectura de cada tema, pues de este modo se asimilan los conocimientos con firmeza al poder comprobar los resultados de las experiencias realizadas. La sola lectura de las páginas que siguen, únicamente dará al lector una idea general sobre el tema, que no es precisamente el fin perseguido. Hay que proveerse, pues, de materiales y herramientas y poner manos a la obra.

De acuerdo con el título, prometemos enseñar radio en un plazo breve, muy breve..., pero contamos con la franca colaboración del entusiasta lector. Cada capítulo puede ser aprendido en un día de estudio, pero no debe avanzarse hasta no asimilar completamente lo ya visto. La cantidad de horas que demandará cada día depende exclusivamente de la voluntad y atención que se ponga en ello. El método más eficaz es leer primero de corrido todo el capítulo, para enterarse del tema, y releerlo después pausadamente, deteniéndose en las partes que indican una experiencia práctica para realizarla. Al final del día pruébese dibujar los circuitos sin ayuda de los esquemas del libro, para despertar la retentividad y fijar el conocimiento.

Sin otra recomendación, invitamos al lector a comenzar la tarea con el primer capítulo, al final del cual estaremos nuevamente con él en otros breves párrafos. La revisión de Electricidad es sólo para refrescar conocimientos, pues imaginamos que el lector sabe ya de estas cosas, o puede aprenderlas previamente.

Día 1

REVISION DE ELECTRICIDAD

Los Atomos

La Naturaleza encierra inmensos secretos en las infinitas dimensiones de los mundos y en las microscópicas subdivisiones de los cuerpos. La Astronomía intenta desde hace siglos desentrañar los misterios del Universo y la Electrónica hace lo propio, desde menos data, con el mundo minúsculo encerrado en un grano de arena o de cualquier otro cuerpo. Los progresos alcanzados en ambas ciencias son notables, y el mérito de los investigadores muy grande, si se tiene en cuenta que a diferencia con la Mecánica, la Hidráulica, etcétera, es menester conformarse con no poder palpar los componentes de los entes en estudio. Construyendo un gran dique o un nuevo motor, es posible extasiarse en la contemplación de la obra terminada, es fácil convencer al gran público y demostrar los resultados; pero al descubridor de un movimiento estelar o de una partícula diez millones de veces más pequeña que un garbanzo, le espera sólo el aplauso de sus colegas, de algunos de ellos..., a lo sumo unos párrafos en alguna revista científica. Quede entonces aquí estampada la más ferviente admiración a los hombres que nos han brindado tantas maravillas, y en especial a los padres de la Electrónica, ciencia que abarca la Electricidad, la Radio, la Telefonía, la Televisión, etc.

Es cierto, sin embargo, que antes de hablarse de electrones ya se utilizaba la electricidad, pero ello no es sino la repetición de miles de casos en la historia del mundo; la humanidad bebía el agua, se lavaba con ella, navegaba sobre ella, y aún no sabía que estaba formada por la íntima asociación de dos gases: el oxígeno y el hidrógeno...

¿Cuál es entonces la base de todo nuestro estudio para entrar en materia? —Los Electrones. ¿Qué son los Electrones? ¿Para qué sirven. ¿Cómo se comportan? Necesariamente debemos detenernos para hacer una descripción elementalizada, simple, pero descripción al fin, que nos permitirá luego de algunos días de labor contemplar y escuchar un receptor radiotelefónico, con la íntima satisfacción de haberlo construído personalmente, paso a paso, sabiendo lo que se hacía y por qué se hacía.

Los Electrones

Cualquier cuerpo puede ser desmenuzado y reducido a un fino polvillo. En los líquidos y gases ello no puede observarse tan fácilmente, pero se debe admitir también la subdivisión. Si tomamos una de las partículas del polvillo y la miramos con una lupa, nos parecerá sólida e indivisible, cosa que no es cierta; se puede seguir dividiendo la partícula y se llega a comprender que está formada por muchos átomos. El átomo es entonces la más pequeña porción de la materia y no se puede ver a simple vista. Para formarse una idea de su tamaño, hay que imaginar que colocamos en fila, arrimados, diez millones de átomos y veríamos que todos esos gránulos ocupan una longitud de un centímetro, nada más...

¿Puede dividirse a su vez el átomo? Sí, pero no tan fácilmente. La energía atómica de que se ha hablado tanto en estos últimos años, aparece rompiendo el átomo. Ahora bien, aquí no nos ocuparemos de romper el átomo, sino de estudiar lo que ocurre cuando del átomo salen algunos corpúsculos. Dejemos la casa entera y veamos lo que ocurre cuando salen o entran sus moradores o sus visitas. Porque el átomo es un edificio con muchos cuerpos en su interior, unos quietos y otros en movimiento; un pequeño mundo planetario con un astro central y varios planetas girando velozmente en derredor, tan velozmente que parece un cuerpo macizo. Recuérdese el efecto visual cuando se hace girar rápidamente una piedra atada a un hilo; parece que se tiene un aro

sólido. Si las piedras son muchas y todos los hilos son iguales y giran en cualquier dirección se podrá observar una esfera maciza que no existe en realidad. Eso es el átomo: un cuerpo central o núcleo (la mano que sujeta los hilos), muchos cuerpos llamados electrones que giran alrededor (las piedras) y fuerzas que impiden que se alejen del cuerpo central y que equivalen a los hilos.

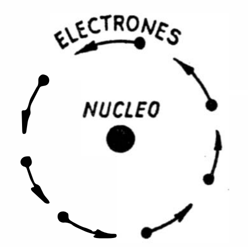
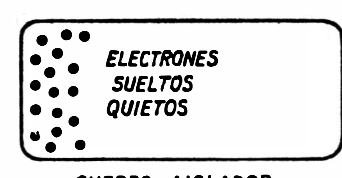


Fig. 1. — El átomo está formado por un núcleo fijo y muchos electrones que giran alrededor.

Los electrones desprendidos del átomo. Conductores y aisladores.

Ya sabemos qué son los electrones: pequeñísimos corpúsculos que giran vertiginosamente en el átomo. Algunos electrones no giran, están incrustados en el núcleo o cuerpo central. Todos los fenómenos eléctricos ocurren cuando algunos electrones salen de un átomo y se pasan a otro átomo cercano o lejano. ¿Cómo ocurre eso? Es lo que debemos estudiar. Pero primero imaginemos que salen unos cuantos electrones de un grupo de átomos de un cuerpo. Hay en seguida dos posibilidades: como están dentro de un cuerpo, o se quedan en las cercanías, entrando en los átomos vecinos o pueden circular con facilidad por todo el cuerpo, de átomo en átomo (ver fig. 2). Este detalle es tan importante, que se han dividido todos los cuerpos en dos clases: los conductores y los aisladores. Se llaman *conductores* los cuerpos que tienen sus átomos de tal tipo y construcción que permite la circulación de electrones, y se llaman *aisladores* aquellos que no la permiten. Es decir, que hay cuerpos que tienen la propiedad de admitir la circulación de masas o grupos de electrones; son los metales en general, como el cobre, la plata, el aluminio, el hierro, etc. Y hay otros cuerpos que no dejan que los electrones se trasladen dentro de ellos; son los aisladores, como la goma, la porcelana, el vidrio, etc.



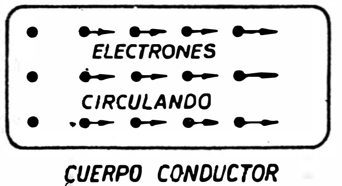


Fig. 2. — Diferencia entre los cuerpos aisladores y conductores.

Hay que aclarar que los conductores y los aisladores no lo son absolutamente, pues tienen un cierto grado. Por ejemplo, el cobre es mejor conductor que el hierro, asimismo la porcelana es más aisladora que la madera. Para cada aplicación se elegirá el más conveniente, pues, por ejemplo, para aislar un cable de cobre (conductor), hay que envolverlo con un aislante, pero la porcelana se quebraría al doblar el cable, por lo cual se usa la goma, el algodón, la seda, etc.

La corriente eléctrica

Admitimos ya que grandes masas de electrones pueden circular a lo largo de los cuerpos conductores, como si éstos fueran huecos. En realidad saltan de átomo en átomo en vertiginosa carrera. Esa circulación de electrones por un cuerpo conductor (alambre o cable) no es otra cosa que la *corriente eléctrica* (ver fig. 3).

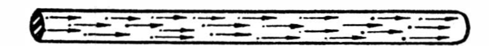


Fig. 3. — La corriente eléctrica es un conjunto de electrones recorriendo un cable o cuerpo conductor.

Notemos que hemos eludido la definición de la electricidad, pues en realidad así puede designarse al conjunto de fenómenos que ocurren desde el momento que un electrón sale de un átomo.

Tenemos ahora corriente eléctrica, una emigración vertiginosa de electrones a lo largo de un cable o simplemente de un conductor. ¿Cuántos electrones van? Muchos, son cifras astronómicas, pero hay que utilizar un sistema comparativo para saber cuándo son más y cuándo son menos. Pero especialmente interesa la cantidad que pasa en un tiempo determinado, así como una avenida es de tránsito intenso cuando circulan más de 1.000 vehículos por hora y no si circulan 1.000 por mes, así una corriente eléctrica será más o menos intensa según la cantidad de electrones que circulan por el conductor en un segundo. Se ha tomado el segundo como unidad de tiempo por tratarse de movimientos muy veloces.

La intensidad de la corriente eléctrica

Veamos ahora cuál es la cifra. No hay que impresionarse, pero se ha adoptado como unidad la cantidad de aproximadamente 6 trillones de electrones que pasan en un segundo. De modo que cuando pasa esa cantidad en un segundo se dice que la corriente eléctrica tiene una intensidad de *un Amper.*

Aclaremos el significado: Es evidente que no se contarán los electrones, así como tampoco se cuentan los litros de agua que pasan por el caño de alimentación de una casa, para saber la cantidad consumida. Hay aparatos que se llaman *amperímetros* y que se usan para medir la intensidad de la corriente eléctrica. Se hace pasar por dentro de ellos a la corriente eléctrica y acusan en una escala graduada los *Amper* de intensidad de esa corriente. Vulgarmente se dice que marcan el "amperaje" aunque ello no es muy elegante. Es preferible decir que la "intensidad" es de tantos Amper.

Tenemos ya corriente eléctrica circulando por un cable y sabemos que puede ser más o menos intensa. Ahora bien, ¿por qué y para qué circula? ¿Por qué tiene 2, 5 ó 100 Amper? ¿Cómo se hace para que disminuya o aumente la intensidad? Estos son los interrogantes que resolveremos ahora.

La tensión eléctrica

Para que los electrones sean arrancados del átomo debe intervenir una fuerza capaz de lograrlo y además, una vez fuera del átomo, deben ser impulsados a través del cuerpo conductor. Si el cuerpo es aislador la fuerza que obre no será capaz de hacerlos circular o será insuficiente. Pero en el caso de los conductores, esa fuerza los hará circular por el cuerpo. Así como una fuerza empujando o tirando de un baúl lo arrastra por el piso, así hay otra clase de fuerza capaz de arrastrar o empujar los electrones por los cuerpos. Esa fuerza se llama *tensión eléctrica* y se la mide en *Volt.* Cuanto más Volt tenga esa fuerza o tensión, más electrones circularán, o sea, más intensa será la corriente eléctrica. ¿Cómo es esa fuerza y de dónde proviene? Veamos como simplificar su explicación. Hay dos formas comunes de producir fuerzas eléctricas capaces de hacer circular electrones. Nos ocuparemos primero de la forma *química* y luego de la *electromagnética.*

Pilas eléctricas

Hay reacciones químicas entre algunas substancias que originan tensiones eléctricas. Ya el gran físico Volta (de aquí sale el nombre de Volt dado a la medida de la tensión eléctrica) encontró que al poner en contacto dos placas de metales diferentes se producían fenómenos eléctricos. Si esas placas se sumergían en un ácido el fenómeno aumentaba considerablemente, naciendo así lo que se llamó *pila.*

Una pila eléctrica es entonces un conjunto formado por dos trozos de metales distintos sumergidos en un líquido ácido, tal como se ve en la

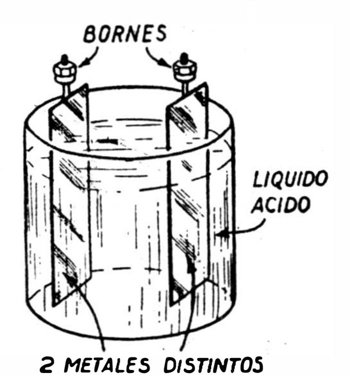


FIG. 4. — Una pila eléctrica en su modelo original.

figura 4. Debido a la reacción química que se produce se originan fuerzas eléctricas capaces de hacer circular los electrones. En otras palabras, la pila crea una tensión que puede formar una corriente eléctrica en un cuerpo conductor.

La pila ha evolucionado con el tiempo, para hacerla de uso práctico y hoy día se ha reemplazado el líquido ácido por una pasta. Uno de los metales es el cinc y se le da la forma de un vaso cilíndrico y el otro metal se reemplazó por una barra de carbón. Tanto el cinc como el carbón forman lo que se llama los electrodos o polos de la pila. El carbón es el polo positivo y el cinc el negativo. Esto de los nombres positivos y negativos es una convención para distinguirlos, pero nos permite ya fijar el efecto sobre la circulación de la corriente eléctrica. Puesto que la pila crea fuerzas eléctricas, hará circular una corriente y esa circulación se hará en el cable desde el *polo negativo* al *polo positivo.* Para conseguir que circule la corriente eléctrica hay que unir el cable a los polos de la pila, y esto se hace mediante los tornillos de conexión que se denominan "bornes" de la pila. En la figura 5 se ve una pila con sus dos bornes: el central es el positivo, pues corresponde a la barra de carbón, y el lateral es el negativo y corresponde al cinc. El cable va de uno a otro polo, y por él circulará una corriente eléctrica.

Se hace notar que en la práctica no se conecta nunca un cable en la forma indicada en la figura, formando un recorrido directo, que se denomina

cortocircuito. La razón es que no habiendo ningún elemento eléctrico que aproveche la circulación de la corriente eléctrica, la misma se hace muy intensa y la pila se *gasta* rápidamente. La palabra gastar equivale a que la reacción química

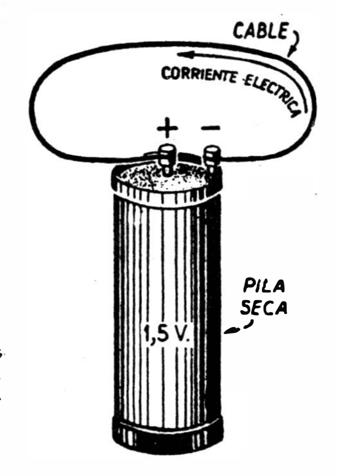


Fig. 5. — Uniendo los dos polos de la pila con un cable, circula corriente eléctrica.

se acelera y termina, con lo que desaparece la tensión eléctrica y no circula más corriente. En cambio, si se intercala un dispositivo que modifique la circulación de corriente, ésta se reduce y la pila dura más tiempo.

Acoplamiento de pilas. Baterías

Hemos dicho que cuando hay una tensión eléctrica, o en adelante simplemente *tensión*, circula corriente eléctrica. Si la tensión es mayor la corriente es más intensa. Puede decirse que si hay más Volt circulan más Amper, en un mismo

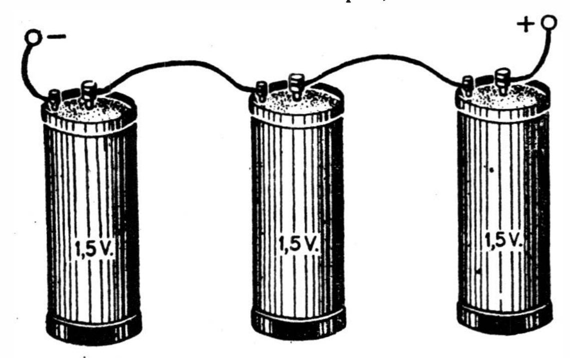


Fig. 6. — Tres pilas conectadas en serie dan 4,5 Volt. Forman una batería.

cable por supuesto. De modo que debemos plantear la manera de obtener tensiones mayores que la que suministra una sola pila, y que es de 1,5 Volt. Es decir que una pila nos da un Volt y medio. Surge de inmediato la idea de sumar las tensiones de varias pilas, y para ello las ponemos una a continuación de la otra, en forma consecu-

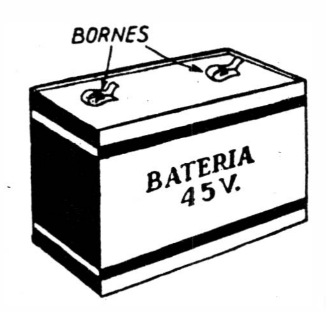


Fig. 7. — Una batería de 45 Volt.

tiva, como se muestra en la figura 6. Se une el polo positivo de una con el polo negativo de la siguiente, el positivo de ésta con el negativo de la tercera, y así sucesivamente. Los polos negativo de la primera y positivo de la última forman los polos terminales del conjunto o serie y el acoplamiento o agrupación se llama *conexión en serie.* Es decir, que conectando varias pilas en serie se tiene una tensión mayor, y precisamente la suma de las tensiones de todas las pilas. En el caso de la figura 6 se obtienen 4,5 Volt, es decir 3 veces un Volt y medio.

Al conjunto de varias pilas en serie se le llama *batería,* y se obtienen en el comercio ya conectadas y con una envoltura común. De modo que cuando se compra una batería de 45 Volt, sabemos que dentro tiene 30 pilas de 1,5 Volt cada una, conectadas todas en serie, y con dos polos terminales, el positivo y el negativo. La figura 7 muestra una batería de este tipo.

Las baterías también pueden conectarse en serie entre sí, para sumar las tensiones. Así, para tener 180 Volt se pueden conectar 4 baterías de 45 Volt cada una en serie, tal como se muestra en la figura 8. Y así en general se resuelven todos los problemas similares, pero usando un criterio práctico, pues en el caso de la figura 6 por ejem-

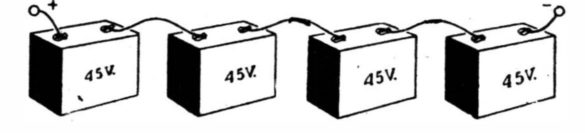


Fig. 8. — Cuatro baterías de 45 Volt. cada una, en serie dan 180 Volt.

plo, también se hubieran podido obtener 180 Volt de tensión total conectando en serie 120 pilas de 1,5 Volt cada una, ó 40 baterías de 4,5 Volt cada una, pero no son soluciones prácticas por la cantidad de conexiones que habría que hacer.

Ahora trataremos el otro caso de acoplamiento de pilas, que se llama en *paralelo.* Hemos dicho que la reacción química de una pila duraba cierto

tiempo, y que mientras ello ocurría se podía tener la tensión para que circulara corriente por un cable. Para que dure más tiempo se puede usar una pila más grande, con más cantidad de productos químicos, o también se pueden tener varios vasos con esos productos y hacerlos trabajar a todos simultáneamente.

Para lograr este fin se toman dos o más pilas de modo tal que todas contribuyan al mismo efecto. No hay interés en tener más tensión, sino más reacción química. Entonces debemos unirlas de manera tal que el comportamiento equivalga a un aumento de tamaño, como si se aumentaran las dimensiones de las placas positiva y negativa. En otras palabras, debemos unir entre sí todas las placas positivas por un lado y las negativas por el otro. La figura 9 muestra la disposición a que

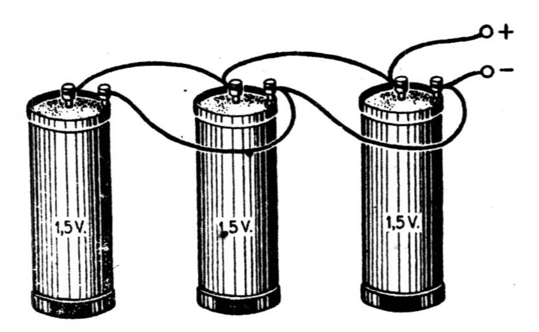


Fig. 9.— Tres pilas en paralelo dan siempre 1,5 V., pero durante más tiempo que una sola.

se llega, y se ve que es muy diferente a la conexión en serie. No hay una sucesión de polos, sino que están unidos entre sí todos los polos positivos formando el polo positivo general y entre sí los polos negativos formando el negativo general.

De esta manera la tensión eléctrica que se tiene es la misma que si fuera una sola pila, porque al no estar colocadas en orden sucesivo no se pueden sumar las tensiones de todas las pilas. De modo que en este acoplamiento, que se llama *en paralelo* se consigue una mayor duración de la reacción química, pues se suman los tiempos de duración de todas las pilas, pero la tensión sigue siendo de 1,5 Volt. Es evidente que el mismo resultado se conseguiría colocando una sola pila, sacándola cuando se gaste y poniendo una nueva y así sucesivamente. Pero hay otras razones, que todavía no pueden ser abordadas, que hacen necesario a veces el acoplamiento en paralelo.

Circuitos eléctricos

Sabemos ya que disponiendo de una tensión que nos genera una pila o un grupo de pilas podemos hacer circular corriente eléctrica por conductores. Pero hay que cumplir una condición que no se ha mencionado y es que hay que ofrecer a los electrones un camino cerrado, es decir que el recorrido empiece en un lugar y después de pasar por los conductores vuelva al mismo lugar de partida. En otras palabras, hay que formar un *circuito cerrado*. Y precisamente en electricidad se denomina circuito a un conjunto de conductores que forman un camino cerrado para el recorrido de la corriente eléctrica. Por ejemplo, los elementos que se ilustran en la figura 6 no fo man un circuito, porque no hay un camino cerrado, y en consecuencia no podrá circular la corriente eléctrica; pero en cambio las figuras 5 y 10 muestran circuitos eléctricos, mas la 5 corresponde a un cortocircuito y la 10 a un circuito normal y en lo sucesivo entenderemos por circuito el de este último tipo. Los cortocircuitos deben evitarse porque la corriente eléctrica adquiera intensidades muy grandes que llegan a deteriorar las pilas y aún a los cables. Posteriormente se volverá sobre este detalle.

En resumen, observando la figura 10 notamos que tenemos dos pilas conectadas en serie, formando una batería. Los polos de la batería son los dos extremos, y a ellos se conectan los dos cables que van a la lámpara, uno a cada borde de la misma. Estos bornes o terminales (son así llamados los puntos donde deben conectarse todos los aparatos eléctricos) en la lámpara son el central, ubicado en el extremo opuesto a la ampolla de vidrio, y la parte de bronce, que tiene rosca. Para conectar la lámpara se han soldado los dos cables, pero en la práctica es más cómodo utilizar un portalámpara o zócalo, donde se coloca la lámpara roscándola. Este portalámpara tiene dos tornillos para conectar los dos cables, el que va al positivo y el que va al negativo de la batería. Al terminar las conexiones se notará que la lámpara enciende, y ello se produce exclusivamente por el paso de la corriente eléctrica.

En la parte inferior de la misma figura 10 se ha dibujado el esquema equivalente al circuito con los símbolos eléctricos usuales; obsérvelos el lector un rato para irse acostumbrando a ellos.

Como experiencia interesante, retírese una pila del circuito de la figura 10, conectando directamente la lámpara a los dos polos de la pila que queda. Se notará que enciende con mucho menos brillo, y eso es lo que queremos destacar. Una sola pila tiene una tensión eléctrica de 1,5 Volt mientras que dos pilas en serie dan 3 Volt y por lo tanto circulará más corriente eléctrica por el circuito, encendiendo con más brillo la lamparita.

Según arriba decimos, la figura 10 es un cir-

cuito eléctrico normal. En cambio, la corriente debida a los cortocircuitos adquiere intensidades muy grandes que deterioran las pilas y aun los cables.

Veamos ahora la figura 11 que muestra algo parecido, pero notemos que tenemos dos lámparas en vez de una, y que la conexión entre las lámparas es similar al caso de las pilas en serie, ilustrado en la figura 6. La corriente pasa primero por una lámpara y luego por la otra, siguiendo por el resto del circuito. Vemos entonces que tenemos dos pilas en serie y dos lámparas en serie, resultando un circuito cerrado. Observaremos que las lámparas encienden con poco brillo, igual que si tuviéramos una sola pila y una sola lámpara, lo cual quiere decir que si bien la tensión eléctrica en el circuito es de 3 Volt por haber dos pilas en serie, la corriente eléctrica se reduce por el hecho de haber 2 lámparas conectadas en serie. Esta cuestión es de mucha importancia, y conviene meditar sobre ella a pesar de que se trata de cosas muy elementales como para que constituyan problema.

La figura 12 muestra otra variante para tener también dos lámparas. La conexión de ellas aquí es de tal tipo, que la corriente entra al mismo tiempo a las dos, y no primero a una y luego a la otra. En efecto, el polo positivo de la batería queda unido simultáneamente a cada una de las dos lámparas, y los bornes que nos quedan libres, uno en cada lámpara, quedan conectados conjuntamente al otro lado de la batería. Como detalle interesante se observa que las lámparas encienden con tanto brillo como si fueran una sola, caso de la figura 10. Esto quiere decir que la tensión total de las dos pilas se aprovecha íntegramente en cada lámpara y no se reparte en ellas como en la figura 11. También sugerimos meditar sobre esta cuestión, cuya importancia será destacada oportunamente. La conexión de las lámparas que se ve en la figura 12 se llama *en paralelo* y puede ser comparada al caso visto en la figura 9, por similitud. Las pilas de la figura 12 están en serie, igual que en los dos casos anteriores. En todas las figuras notaremos que se ha dibujado en la parte inferior el esquema eléctrico equivalente, para ir habituando al lector a los complejos circuitos de radio que vendrán más adelante.

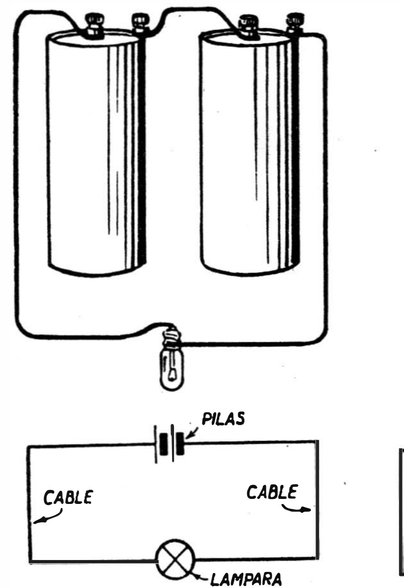


Fig. 10. — Arriba se ve un circuito eléctrico formado con dos pilas en serie y una lámpara. Abajo, se ha dibujado el esquema eléctrico equivalente.

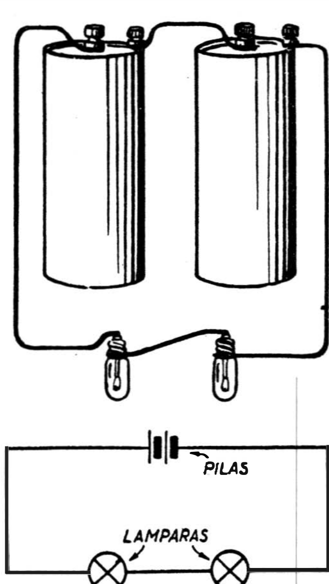


Fig. 11. — El mismo circuito anterior pero con dos lámparas en serie. Abajo el esquema equivalente.

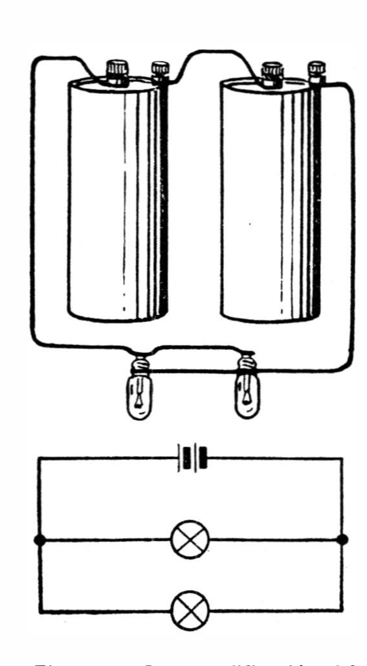


Fig. 12. — Otra modificación del circuito consiste en conectar las dos lámparas en paralelo. Abajo, el esquema equivalente.

LOS EFECTOS DE LA ELECTRICIDAD

Hemos formado ya circuitos eléctricos, por ellos circula corriente, y falta ahora describir los fenómenos que ocurren en tal caso y las diferentes aplicaciones de tal hecho.

Calor por electricidad

Los electrones recorren los conductores a enorme velocidad y en cantidades fabulosas. Al producirse esa circulación, hay un continuo chocar de ellos con los átomos del cuerpo, lo que se traduce en un calentamiento del conductor. De manera que al circular corriente eléctrica por un alambre, éste se calienta, elevándose su temperatura. Puede calentarse mucho o poco, tan poco que no se note al tacto, pero siempre ocurre lo que hemos señalado.

La mayor o menor elevación de temperatura depende de varios factores, como son las dimensiones del alambre, la intensidad de la corriente que lo recorre, la naturaleza del material del mismo, etc. Los dos primeros son los más importantes, por las razones que pasamos a explicar.

Es evidente que en un alambre delgado la circulación de electrones será más intensa que en uno grueso, y por ello el calentamiento será mayor. En consecuencia, si tomamos un alambre muy fino, se conseguirá una gran elevación de temperatura al paso de la corriente eléctrica, tanto que el alambre se enrojecerá y en esto se funda la construcción de *calentadores, planchas y estufas eléctricas*, etc. He aquí una importante aplicación de la corriente eléctrica.

La luz eléctrica

Si tomamos un alambre más delgado todavía, tanto que el enrojecimiento sea tan intenso que llegue a la brillantez incandescente, la corriente producirá luz además de calor, y tenemos así las *lámparas eléctricas*. Claro que para evitar que el alambre se funda tiene que ser de tungsteno, el cual es un metal que soporta elevadísimas temperaturas, y además hay que colocarlo dentro de un tubo de vidrio del que se extrae el aire que contiene, pues así soporta mejor la temperatura tan alta. Al alambre así construído, que se arrolla formando una bobinita alargada, se llama *filamento*. Recordaremos esto más adelante, al hablar de las válvulas de radio.

Si no se desea que el alambre se caliente mucho, porque su única misión sea servir de conductor a la corriente eléctrica, se elegirá más grueso, y se tienen así los cables y alambres para *conexiones*. Aquí la elevación de temperatura es muy pequeña, tanto que a veces no se nota.

En todo lo que hemos dicho nos hemos referido a las dimensiones del alambre, mejor dicho a su diámetro, sin mencionar su longitud ni tampoco la intensidad de la corriente eléctrica que circula por él. Es evidente que si esa corriente es más intensa, la aglomeración de electrones en el alambre será mayor, pasando lo mismo que si el alambre fuera delgado. Por ello, hay una estrecha relación entre la intensidad de la corriente eléctrica y el diámetro del alambre. Este detalle debe tenerse muy en cuenta al elegir los conductores, tomando para cada caso uno que sea adecuado. Para dar una idea del diámetro que debe elegirse, diremos que un conductor de un milímetro cuadrado de sección dejará circular fácilmente una corriente de 4 Amper, si está estirado, y la mitad de esa cifra si está arrollado formando un bobinado. La diferencia se debe a que estando arrollado se dificulta la irradiación del calor al aire ambiente.

La disipación del calor

Hemos dicho que la corriente eléctrica produce calor al circular por los conductores. La aplicación inmediata son los calentadorse, cocinas, planchas, estufas, etc. Pero surge la pregunta de cómo se mide ese calor eléctrico, ya que sabemos que depende de varios factores. Se ha visto que a mayor corriente corresponde más calor, y que un alambre determinado se pondrá al rojo al paso de la corriente, si es delgado.

El calor que produce la corriente se aprovecha cuando se transmite a los cuerpos cercanos o al aire, según sea un calentador o una estufa, es decir, para emplear el término usual, cuando ese calor se disipa. Llamamos entonces *disipación de calor*, al que irradia un alambre recorrido por corriente eléctrica.

En Electricidad se mide la capacidad de disipar el calor en Watt. Para dar una idea de la cantidad de calor que representa un Watt diremos que: una corriente de un Amper pasando por un alambre que está sometido a la fuerza eléctri-

ca o tensión de un Volt, desarrolla una cantidad de calor de un Watt. Hacemos la aclaración que en realidad el Watt mide la *potencia eléctrica*, que en aplicaciones de calor eléctrico está vinculada al calor irradiado. De modo que, un calentador de 500 Watt dará menos calor que uno de 700 Watt, y en proporción directa. Y siempre que se desee calcular la disipación en Watt de cualquier elemento eléctrico, basta multiplicar el número de Volt por el número de Amper. Esa cifra de Watt se llama la *potencia eléctrica* del circuito. Desde el punto de vista del rigor técnico-científico, podría objetarse la definición que hemos dado, pero para las aplicaciones prácticas se obtienen resultados satisfactorios.

El efecto magnético

Los efectos de la corriente eléctrica que hemos descrito son los que se originan en la circulación por los conductores, que llegan a producir calor y luz. Hay otro fenómeno muy importante, que es el *magnético*. Todos sabemos que un *imán* es un cuerpo que tiene la propiedad de atraer a pequeñas partículas de hierro. También un trozo de hierro frotado con la piedra imán, se transforma a su vez en otro imán y atrae trocitos de hierro. Esa propiedad se llama propiedad magnética o sencillamente *magnetismo*.

Un imán en la práctica será entonces una barra de hierro capaz de atraer trocitos de hierro muy pequeños. Ahora bien, ocurre que los dos extremos de un imán son diferentes en sus efectos recíprocos. Se los llama Norte y Sur, y se comprueba que si tenemos dos pequeños imanes, y los acercamos por sus extremos se atraen o se repelen, según difieran o coincidan sus polos Norte y Sur. En la figura 13 se muestra este fenó-

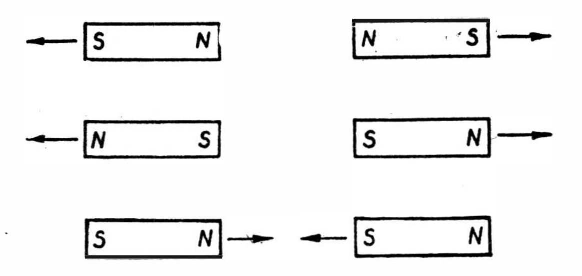


Fig. 13. — Si se acercan dos pequeños imanes, se repelerán los polos de igual signo y se atraerán los de signo contrario

meno Resulta entonces que polos iguales se rechazan y polos distintos se atraen. Actualmente se encuentran en el comercio juguetes que se basan en este fenómeno, construídos con dos pequeños imanes hábilmente combinados con figuritas diversas, por ejemplo, un perro y un gato, dos luchadores, etc. Acercándolos por sus dos extremos Norte o Sur, pero de la misma polaridad, se rechazan y, viceversa, con distinta polaridad, se atraen. Los imanes comerciales tienen el extremo

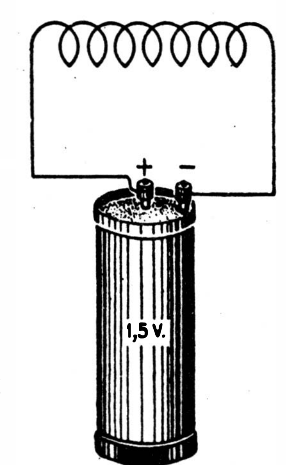


Fig. 14. — Un electroimán es una bobina recorrida por corriente eléctrica.

o polo Norte pintado de rojo y el Sur de negro, para distinguirlos.

Pues bien, si tomamos un cable y lo enrollamos en la forma representada en la figura 14, obtendremos una *bobina*. Si ahora conectamos una pila y hacemos circular corriente, la bobina se transforma en un *solenoide* y produce fenómenos magnéticos. Uno de los extremos de la bobina tiene el polo Norte y el otro extremo el polo Sur. El fenómeno es muy reducido y el solenoide, así utilizado, tiene poca fuerza magnética de atracción, pero si colocamos dentro de la bobina una barra de hierro se hace muy notable, y tenemos lo que se llama un *electroimán*.

En la práctica los electroimanes se usan para levantar hierros, o en pequeña escala, para mover palanquitas o accionar dispositivos, con la ventaja que el mando puede hacerse desde lejos, pues basta conectar la bobina con dos cables largos a la pila, cerrando el circuito para que se produzca el fenómeno magnético en el lugar en que está el electroimán. La figura 15 muestra un circuito de esta naturaleza, donde se ha intercalado una llave o interruptor que permite cerrar o abrir el circuito cuando se desee.

Las aplicaciones de los fenómenos magnéticos producidos por la corriente eléctrica son muy numerosos, pero las más importantes son las que se usan en los motores y en los generadores eléctricos. Así, pues, mediante combinaciones de efectos magnéticos y eléctricos se construye un dispositivo que gira al conectarlo a una fuente eléctrica tal como una batería y que se llama motor eléctrico, y está representado en la figura 16. Las

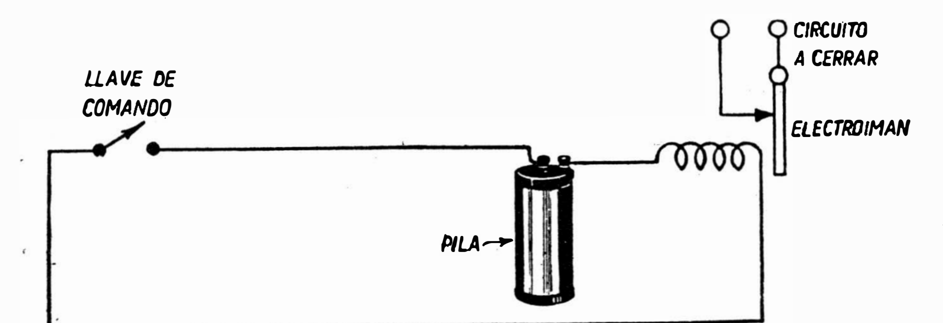


FIG. 15. — Con un electroimán puede cerrarse un contacto desde un punto alejado.

aplicaciones de estos motores en las bombas de agua, en los talleres industriales, etc., son numerosísimas.

Otro dispositivo, tan importante como el motor, es el generador eléctrico, también llamado dinamo. Se funda en una combinación de fenómenos magnéticos y eléctricos similares a los usados



FIG. 16. — Vista de un motor eléctrico, combinación de fenómenos magnéticos y eléctricos.

en el motor, pero aquí se hace dar vueltas al eje con una máquina de vapor, motor diesel, a nafta o aún a viento y se obtiene la generación de una tensión eléctrica que puede utilizarse en circuitos de calor, luz, motores, etc. Este dispositivo reemplaza a las pilas con ventaja, pues suministra tensiones eléctricas mucho mayores, y durante todo el tiempo que se le hace girar. No hay, pues, la limitación de duración que tienen las pilas.

En la práctica, las dinamos pueden instalarse en las centrales eléctricas y mediante una red de cables se conectan a ellas todas las instalaciones

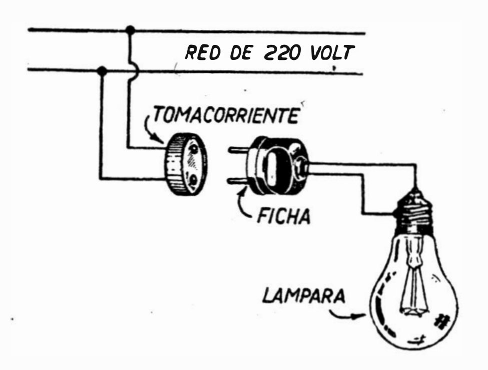


FIG. 17. — Un circuito eléctrico formado por una lámpara conectada a la red de 220 Volt.

de los abonados o consumidores de corriente. En realidad sabemos que ésta no se consume sino que circula por los cables produciendo calor, luz, movimiento en los motores, etc. A cada casa llegan dos cables que representan los dos polos de una batería, de modo que un circuito eléctrico como el de la figura 10 se puede representar ahora en la forma que se ve en la figura 17. Se han colocado los dos cables que forman la red sin unirlos entre sí, pues ello sería un cortocircuito. Las tensiones para aplicaciones domésticas y alumbrado suelen ser 110 ó 220 Volt. Como se ve, el circuito se arma conectando cada borne de la lámpara a uno de los cables de la red, y la corriente eléctrica circula desde la lámpara hasta la dinamo de la central cerrándose el circuito, con un recorrido bastante largo por cierto.

La resistencia

Nos hemos referido a los choques de los electrones con los átomos del conductor, que se producían al circular la corriente eléctrica. Se tiene en seguida la idea de que aunque un cuerpo sea conductor, hay una cierta resistencia a la circulación de la corriente eléctrica. Esta resistencia será poco importante en los buenos conductores como el cobre, aumenta un poco para conductores como el hierro, el plomo, etc., y se hace muy grande en los aisladores como la porcelana, la goma, etcétera. En estos últimos la resistencia que se opone a la circulación de la corriente es tan grande que se considera que no puede circular, aunque en realidad siempre un poco de corriente puede recorrerlos. Se pueden elegir cuerpos intermedios, que presenten una resistencia intermedia, ni grande ni pequeña. En la práctica se ha llegado a medir esa resistencia, a darle un valor, a elegir una unidad de medida por comparación con otras, unidad que es el Ohm.

De modo que todo cuerpo tiene un valor de resistencia eléctrica dado en Ohm. Un metal tendrá pocos Ohm y un aislador tendrá varios millones de Ohm. Para abreviar la palabra Ohm se usa

una letra griega llamada Omega que se escribe Ω y para simplificar las cifras de millones se usa el prefijo Mega que significa un millón y se abrevia M. Con esto, para escribir que un conductor ofrece a la corriente una resistencia de 5 Ohm se pone 5 Ω y si es un aislador y la resistencia ofrecida es de 7 millones de Ohm, se escribe 7 M Ω.

En cuanto a las condiciones en que se cumplía la circulación de corriente eléctrica, nos hemos referido a la influencia que en ello tenía la naturaleza o constitución del cuerpo. Ahora sabemos

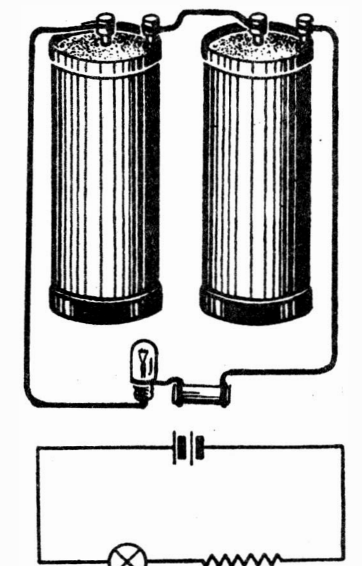


FIG. 18. — Una resistencia dificulta el paso de la corriente, pues la lámpara enciende menos. Abajo, el circuito eléctrico equivalente.

que esa influencia se materializa en el concepto de *resistencia*. Luego, para hacer circuitos usamos cables de cobre porque tienen poca resistencia, es decir pocos Ohm, y para aislar un cable lo forramos con goma, porque tiene muy alta resistencia, muchos Megohm, y la corriente no se escapa por los costados aunque el cable esté tocando otro cuerpo metálico.

Para aclarar mejor aún la situación real, diremos que un alambre o un conductor tiene cierta resistencia, y que ella depende de sus dimensiones. Es lógico que el alambre más fino tendrá más resistencia que el grueso. Asimismo es evidente que un alambre largo tendrá más resistencia que uno corto, porque el rozamiento y choques de los electrones se producirá más y más veces si aumenta el recorrido. De esto, se desprende que si dos trozos de alambre de igual longitud y del mismo metal son de diferente diámetro, el más delgado tiene más resistencia. Y finalmente, si uno es de hierro y otro de cobre, siendo de idénticas dimensiones, el de cobre tiene menos resistencia.

En la práctica se construyen objetos a los que se denomina *resistencia*, que se intercalan en los circuitos precisamente para dificultar la circulación de electrones, es decir, para reducir la intensidad de la corriente eléctrica. Esto se ilustra en la figura 18, donde se ve que se ha conectado en serie con la lámpara un pequeño cilindro hecho con un material intermedio, mezcla de conductores y asiladores formando una pasta que se ha solidificado. Se nota de inmediato que la lámpara no enciende porque se ha reducido la intensidad de la corriente. En otras palabras, al haber más Ohm en el circuito circulan menos Amper.

Piénsese en que si circula menos corriente, el efecto es el mismo que si se hubiera disminuído la tensión eléctrica de la batería, lo que puede expresarse diciendo que hay una *caída de tensión*. Luego, un aumento de resistencia equivale a una caída de tensión, y la resistencia que se intercaló en el circuito se llama *resistencia de caída de tensión*.

La inducción eléctrica

Hasta ahora hemos visto cómo se producía la circulación de corriente eléctrica, una vez que se desprendían los electrones de los átomos de un cuerpo, por acción de la fuerza o tensión eléctrica. Hay otra clase de fenómenos que vamos a estudiar y que tienen en Radio una importancia muy grande.

Para entrar en materia, recordemos que se podían sacar electrones de un átomo por acción de una fuerza externa, que actuaba sobre ella ejerciendo una atracción. Es decir, que todo pasa como si esa fuerza *tirara* hacia afuera, del electrón, como una cuerda invisible, haciéndolo salir del átomo.

Ahora bien, ocurre que los electrones ejercen entre sí una repulsión, como si no pudieran estar unos cerca de otros, o como si hubiera una fuerza que tratara de separarlos. Asimismo cuando un átomo ha perdido un electrón, ejerce una fuerza de atracción sobre él o sobre cualquier otro electrón, tratando de acercarlo a sí, tendiendo a completar su dotación de electrones. Estos fenómenos de atracciones y repulsiones no son visibles por la pequeñez de los elementos actuantes, pero se han adoptado algunas maneras de definirlos. Se dice, por ejemplo, que el electrón es una *carga eléctrica negativa* y que el átomo que ha perdido uno o más electrones es *una carga eléctrica positiva*. Por ello la repulsión entre electrones se define como la fuerza con que se repelen las cargas negativas, y la atracción entre el átomo incompleto y los electrones se define como la atracción entre cargas positivas y negativas. Como es fácil dedu-

cir, también habrá fuerza de repulsión entre dos átomos incompletos, es decir, entre cargas positivas. Recuérdese el fenómeno de las atracciones y repulsiones en los imanes, figura 13, que tiene similitud con lo que estamos tratando.

Resumiendo, cargas eléctricas del mismo nombre o signo se rechazan y de nombres o signos

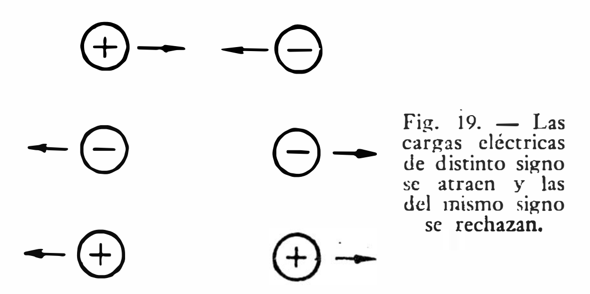


Fig. 19. — Las cargas eléctricas de distinto signo se atraen y las del mismo signo se rechazan.

distintos o contrarios, se atraen, tal como se representa gráficamente en la figura 19.

Esto explica la convención que se hizo en los circuitos eléctricos diciendo que la corriente eléctrica circulaba desde el polo negativo al positivo; en efecto, los electrones son cargas negativas y son rechazadas por el polo negativo, por lo que se alejan de éste, siendo en cambio atraídas por el polo positivo.

Veamos ahora cómo ocurre el fenómeno de *inducción eléctrica* del que hemos hablado. Tomemos una esfera formada por una materia cualquiera, es decir, por un gran conglomerado de átomos. Supongamos que por un procedimiento especial substraemos unos cuantos electrones de los átomos de esa esfera, con lo cual podemos afirmar que esos átomos se han convertido en cargas eléctricas positivas. Entonces decimos que la esfera está cargada de *electricidad positiva.* Aclaremos que no existe circulación de corriente eléctrica, sino átomos alterados, es decir, carga eléctrica.

Tomemos ahora otra esfera y acerquémosla a la primera, como se ve en la figura 20. Cuando está bastante cerca, comenzarán a ejercer su acción las fuerzas eléctricas, es decir la atracción de las cargas positivas, arrancará electrones de los átomos de la segunda esfera, electrones que se

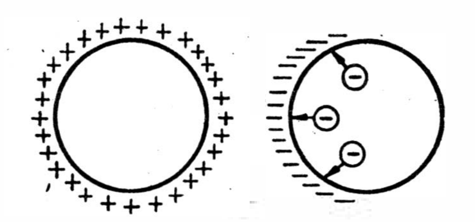


Fig. 20. — Un cuerpo cargado de electricidad induce cargas de signo contrario en otro cuerpo vecino.

desplazarán hacia la periferia, en la forma mostrada en la figura. La aparición de electrones en la parte izquierda de la segunda esfera, que no es otra cosa que lo que hemos llamado cargas negativas, se debe a la influencia de la esfera positiva, y se dice que ocurre por *inducción.* La esfera de la derecha tendrá ahora carga eléctrica negativa.

Cuanto más cerca se colocan las esferas, mayor será la inducción y mayor la cantidad de cargas que aparecen en la parte que queda cerca de la esfera inductora. Asimismo, si la esfera es más grande, habrá más átomos en ella, y la inducción también será mayor. Como las cargas eléctricas quedan situadas en la periferia, formando una capa exterior, en forma similar a la condensación de vapor de agua en los cristales cuando se empañan, se ha tomado la palabra condensar para definir esa capa de cargas eléctricas, y se dice que allí hay electricidad condensada. El conjunto de las dos esferas se llama *condensador* o *capacitor.*

El condensador o capacitor eléctrico

Para producir el fenómeno de inducción que hemos definido, necesitamos, pues, dos cuerpos

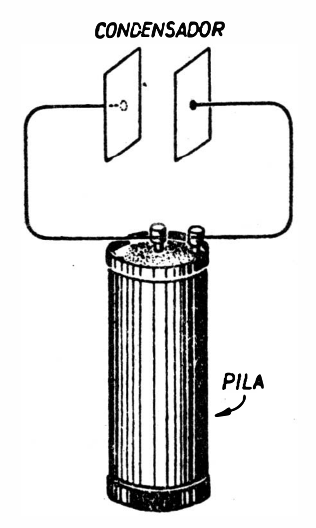


Fig. 21. — Dos placas metálicas próximas forman un condensador o capacitor que se carga de electricidad con una pila o una batería.

colocados muy cerca, y una fuente eléctrica. Es lógico que esos cuerpos no necesiten tener forma de esferas, por cuanto de ellos sólo se aprovechan las partes que quedan enfrentadas, razón por la cual se les da forma de placas o chapas, tal como se ve en la figura 21. Asimismo, no necesitan ser de gran espesor, por lo que se usan láminas delgadas de metal, como el papel que sirve de envoltura a los cigarrillos, por ejemplo. Cuando las chapas quedan al aire son un poco más gruesas

para que no se doblen y lleguen a tocarse, pues esto sería un cortocircuito.

La pila que vemos en la figura 21 sirve para *cargar* el condensador. Así se llama la operación inicial necesaria para que aparezcan las cargas eléctricas en las dos placas, cargas que son positivas en una y negativas en la otra. Una vez cargado el condensador, puede desconectarse la pila, pues quedan las cargas condensadas en las dos placas. Para descargarlo, basta conectar con un cable las dos placas formando un cortocircuito; se observará una chispa que no es otra cosa que el desplazamiento violento de los electrones de una placa a la otra. La chispa es entonces una corriente eléctrica muy intensa que circula por el cable y que salta por el punto de unión al tocar la placa con dicho cable, o los dos cables entre sí unidos a las dos placas, tal como se ve en la figura 22.

Surge ahora la pregunta sobre cuál es la utilidad del capacitor. Sabemos que con la corriente eléctrica circulante podemos producir calor, luz y fenómenos magnéticos. Aunque las cargas eléctricas condensadas no sirven para esos fines, si pensamos que un condensador cargado puede provocar circulación de corriente al aplicarlo a un circuito en idéntica forma que una pila, ya encontramos una aplicación. En Radio tiene numerosas aplicaciones, derivadas de su comportamiento con corrientes variables, fenómeno nuevo que explicaremos más adelante.

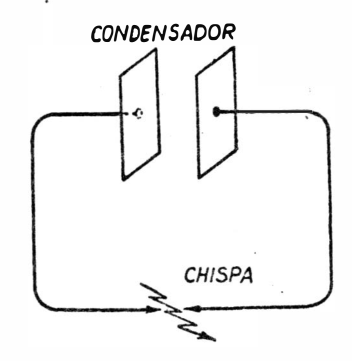


Fig. 22. — Si se tocan dos cables conectados a las placas de un condensador cargado se produce una chispa.

La capacidad de acumulación de cargas de un condensador se mide en una unidad que se llama *Farad.* Esto es lo mismo que pasa con los recipientes, cuya capacidad se mide en *litros.* En el caso de los condensadores o capacitores la capacidad de un Farad es muy grande y se usa más generalmente la millonésima parte, denominada *microfarad,* que se abrevia con la letra griega μ (mu) y la F así **μF.**

Al lector:

En este primer capítulo hemos visto un repaso de electricidad, y de cómo la corriente eléctrica, al pasar por los cables o conductores, puede producir calor o luz, y arrollando esos cables, fenómenos magnéticos. También aprendimos a conocer las resistencias y los condensadores para Radio, y hasta podemos hacer el experimento de la figura 18 comprando una resistencia de carbón de 100 Ohm, y conectándola con el juego de pilas y la lamparita que teníamos para los experimentos indicados en el capítulo anterior. Un vistazo a un escaparate de un negocio de materiales de radio nos permitirá irnos familiarizando con estos elementos, tales como resistencias, potenciómetros, condensadores fijos y variables, electrolíticos, etc.

Analice el lector los progresos realizados desde que comenzó el primer capítulo, y verá que son muchos. Ahora debemos abordar un tema muy interesante, como es el de la corriente alterna, su generación, sus circuitos y sus efectos, así como las ondas eléctricas. Al final de este segundo capítulo conversaremos nuevamente. Recomendamos muy especialmente la lectura y asimilación de las páginas que siguen, porque toda la Radio se apoya en los fenómenos que describen. Comprendido esto, no se presentarán mayores dificultades en lo que resta del libro.

Día 2

CORRIENTE ALTERNA Y ONDAS

Todo lo que hemos visto hasta aquí tanto en materia de cargas eléctricas condensadas o quietas, o de electrones en circulación, se referían al caso de una dirección invariable, en la polaridad o en la circulación. Es decir, que las pilas tenían un polo positivo y uno negativo, fijos, invariables, y que los electrones circulaban por los cables, resistencias y bobinas, siguiendo la dirección del negativo al positivo. Resulta así polaridad fija y sentido de circulación también fijo.

Si la Electricidad no hubiera salido nunca de las condiciones expuestas no existiría la Radio, pero en cuanto se perfeccionó la técnica de la corriente alterna, se hizo posible establecer comunicaciones a distancia sin el auxilio de alambres conductores

Cómo se produce la corriente alterna

Sabemos que los generadores eléctricos son máquinas que aprovechan los efectos magnéticos para producir corriente eléctrica. Para ello tienen un bobinado que se hace girar con el auxilio de un motor exterior, y por la acción combinada entre ese bobinado que gira y otro fijo se originan fuerzas eléctricas capaces de producir corriente en los circuitos que se conectan a tal generador o dinamo.

No es del caso analizar aquí cómo se construyen y cómo funcionan en detalle los dinamos, pero si imaginamos que tomamos un imán, lo aseguramos de un eje de modo que pueda girar, y lo colocamos frente a un bobinado hecho con un alambre conductor, como se ve en la figura 23, ocurrirá lo siguiente: el imán ejerce una influencia magnética en el bobinado, produciendo fuerzas eléctricas capaces de hacer circular corriente eléctrica en un circuito. Estas fuerzas eléctricas no son otra cosa que una tensión que aparece entre los extremos *a* y *b* de la bobina, de modo que tenemos una fuente o generador eléctrico con dos polos, que actúa como si fuera una pila, pero no química, sino electromagnéticamente.

Mas ocurre que cuando pasa frente a la bobina el polo Norte del imán, la bobina tiene su polo positivo en el extremo *a* y el negativo en el *b*,

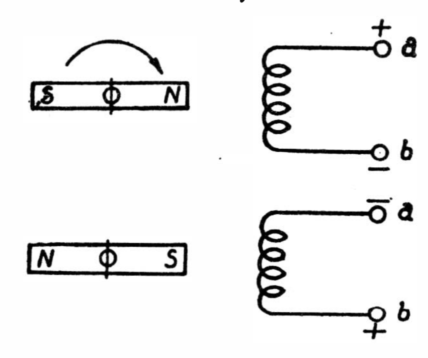


Fig. 23. — Principio elemental de un generador de corriente alterna.

tal como se ve en la parte superior de la figura. Pero cuando el imán da media vuelta, pasa frente a la bobina el polo Sur, y la polaridad se invierte, pues se comprueba que el polo positivo corresponde al extremo *b* y el negativo al *a*. Y así, a medida que el imán gira, se tiene una sucesión de cambios de los polos en la bobina.

Una tensión eléctrica de ese tipo se llama alterna, porque en lugar de tener sus polos fijos como en las pilas eléctricas, los alterna en cada vuelta de imán.

En la práctica resulta que la tensión alterna cumple otras condiciones que el simple cambio de polaridad, pero por ahora no nos interesa este detalle. Con lo dicho hemos descrito en su forma más elemental al generador de corriente alterna o *alternador*. Para representar en un circuito a un generador eléctrico se emplean los símbolos de la figura 24. El de la izquierda re-

presenta un generador de corriente continua, abreviadamente C. C. con su polaridad marcada con los signos más y menos, o sea positiva y negativa. El de la derecha representa un alternador que produce corriente alterna, que se abrevia

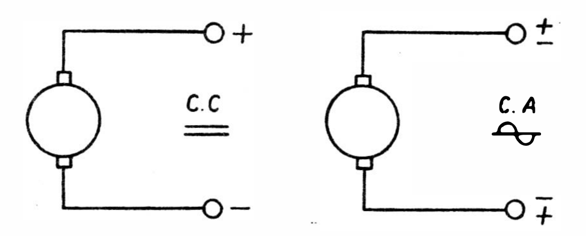


Fig. 24. — Forma de representar en los circuitos a los generadores eléctricos de corriente continua (izquierda) y de corriente alterna (derecha).

C. A. La polaridad se marca con doble signo más y menos, pues varía constantemente con gran rapidez a razón de un cambio de polaridad por cada media vuelta de imán. No entraremos en detalles, pero el imán se reemplaza en la práctrica por un electroimán, o por varios.

La frecuencia

Hemos dicho que al girar el imán dentro del bobinado en la figura 23 se producía un cambio en la polaridad de la tensión alterna. Si el imán sigue girando, lo que es lógico, pues se ha construído una máquina para ese fin, seguirán alternándose los polos en *a* y *b*, por cada vuelta del imán tendremos un cambio completo, de positivo a negativo y vuelta a positivo. Este cambio completo se llama *ciclo* o *período*, y la cantidad de ciclos que ocurren en un segundo se llama *frecuencia* de la tensión o de la corriente alterna.

Con lo dicho dejamos sentado que en los generadores de corriente alterna la rueda polar que contiene el imán (en realidad al electroimán) girará muy rápidamente, dando varias vueltas en un segundo. En la práctica, en muchos países, entre ellos la Argentina se ha adoptado la frecuencia de 50 ciclos por segundo (50 c/s), es decir, que las ruedas polares de los alternadores de las centrales eléctricas giran a razón de 50 vueltas en un segundo. Hay que hacer notar que si la rueda polar tiene dos imanes en vez de uno, basta que gire a razón de 25 vueltas por segundo para dar una frecuencia de 50 c/s, pero esto escapa a nuestro tema.

En general, las corrientes alternas de frecuencia de hasta 60 c/s (60 c/s se usa en Estados Unidos de Norte América) son llamadas ***industriales*** o de ***frecuencia industrial*** y están generadas en los alternadores.

En Radio se emplean corrientes alternas de frecuencias mayores, hasta millones de ciclos por segundo, las cuales no pueden ser generadas por alternadores, ya que no se podrá hacer girar a los imanes a tal velocidad. Los aparatos capaces de producir corrientes de frecuencias grandes se llaman *osciladores* o *generadores de señales.* El nombre de oscilador les viene del hecho que la alternancia de la polaridad se hace rítmicamente, como la oscilación de un péndulo, pero muchísimo más rápidamente. En cuanto al segundo nombre, deriva del hecho de que las corrientes alternas de alta frecuencia son llamadas comúnmente *señales.*

Las frecuencia mayores de 50 ciclos por segundo se dividen a su vez en dos grupos, según su magnitud. Desde 50 ciclos por segundo hasta 20.000 ciclos por segundo se llaman ***bajas frecuencias*** o ***audio-frecuencias,*** y pasando de 20.000 ciclos hasta treinta millones de ciclos se llaman ***altas frecuencias*** o ***radio-frecuencias.*** Pasando de 30 millones ya se llaman ***ultra-frecuencias.*** Hay que hacer notar que por razones de comodidad se usan los prefijos Kilo y Mega, que equivalen a mil y millón, respectivamente. De modo que una frecuencia de 20.000 ciclos por segundo se puede escribir idénticamente 20 Kilociclos por segundo, o abreviando, 20 Kc/s. Asimismo, una frecuencia de 30 millones de ciclos puede escribirse indistintamente:

30 millones de c/s = 30.000 Kc/s = 30 Mc/s; es decir, 30.000 Kilociclos por segundo ó 30 Megaciclos por segundo, de acuerdo con la Aritmética.

La corriente alterna

Con el generador que hemos visto en la figura 23 sabemos que se producen fuerzas eléctricas de polaridad cambiante, a las que hemos llamado

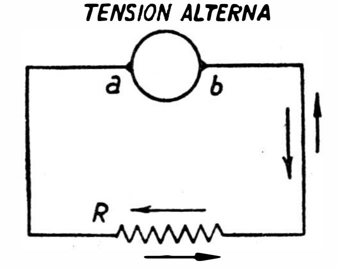


Fig. 25. — Circuito eléctrico alimentado por un alternador, circulando en consecuencia corriente alterna.

tensión alterna. Como sabemos que al aplicar una tensión a un circuito cerrado se produce una circulación de electrones, o sea de corriente eléctrica, veamos lo que ocurre si aplicamos al circuito una tensión alterna.

Imaginemos para ello que disponemos de los bornes de salida del alternador, los mismos que habíamos llamado *a* y *b* en la figura 23 y que vemos ahora formando parte de un circuito en la figura 25. Este circuito lo formamos con una resistencia conectada a los bornes del alternador mediante dos cables. A la resistencia le asignaremos una letra R, para irnos acostumbrando a utilizar los símbolos más comunes.

Veamos el sentido en que circulará la corriente eléctrica, puesto que se trata de un circuito cerrado. En el momento en que *a* sea el polo positivo y *b* el negativo, los electrones que son cargas negativas se alejan de *b* y van hacia *a* según lo marcan las flechas interiores. En cambio, cuando se ha producido la inversión de polaridad y *a* es el polo negativo y *b* el positivo, los electrones circurarán de *a* hacia *b*, como lo marcan las flechas exteriores del circuito.

De lo dicho se deduce que la corriente eléctrica originada por una tensión alterna no tiene un sentido fijo de circulación, sino que la invierte o la alterna siguiendo los cambios de la polaridad de la tensión. Por ello se denomina *corriente alterna,* y sus variaciones de circulación se producen tantas veces por segundo como ciclos tenga la tensión, es decir, que la corriente será de igual frecuencia que la tensión aplicada al circuito.

De lo dicho se deduce que la corriente eléctrica originada por una tensión alterna no tiene un sentido fijo de circulación, sino que la invierte o la alterna siguiendo los cambios de la polaridad de la tensión. Por ello se denomina *corriente alterna,* y sus variaciones de circulación se producen tantas veces por segundo como ciclos tenga la tensión, es decir, que la corriente será de igual frecuencia que la tensión aplicada al circuito.

Puede hacerse un gráfico indicativo de las variaciones de la corriente alterna, tal como el que se muestra en la figura 26. El eje central repre-

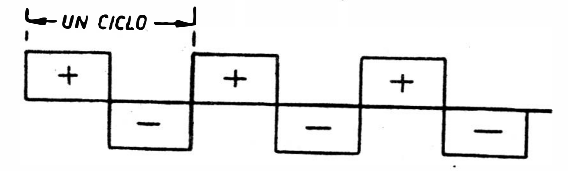


Fig. 26. — Gráfico que representa los cambios del sentido de circulación de la corriente alterna.

senta que no hay circulación de electrones; las partes superiores marcadas por el signo positivo indican circulación hacia un lado y las partes inferiores, con el signo negativo, circulación hacia el otro lado. En el momento en que se produce la inversión de la circulación, los electrones tienen que detenerse para volver hacia atrás, y ese es el momento en que la línea quebrada corta al eje central. No debe pensarse que los electrones sigüen en los cables un recorrido sinuoso o en zigzag, por asociar la forma del gráfico con el de la dirección del recorrido, pues no hay relación entre una cosa y la otra. Los electrones corren

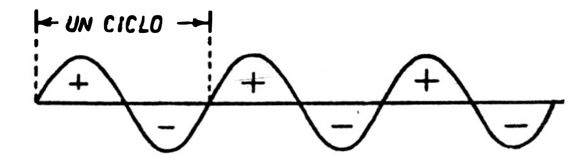


Fig. 27. — Gráfico real de las variaciones que experimenta la corriente alterna.

veloces por el cable, en línea recta o en la línea que forma el cable, ya que no se salen de él. En las bobinas, el cable está arrollado y los electrones deben seguir ese recorrido en espiral. El gráfico no es otra cosa que una manera de representar las variaciones que ocurren en el sentido de circulación en la corriente alterna.

Ahora, si se desea que el gráfico dé una idea del valor de la intensidad de la corriente, debemos aclarar que durante cada ciclo, al cual corresponde medio ciclo con circulación hacia la izquierda y medio ciclo con circulación hacia la derecha, la variación no es brusca, es decir, que la masa de electrones cambia suavemente de sentido de circulación. En otras palabras, la intensidad de la corriente durante el tiempo que dura un ciclo no se mantiene constante, sino que varía gradualmente desde cero hasta un valor máximo, vuelve a cero, nuevamente al máximo, y así sucesivamente. En el momento en que se cambia la polaridad de la tensión, la corriente cambia su sentido de circulación, esto es, los electrones se detienen y al estar parados no hay corriente, es decir, que la corriente es nula. Esto mismo ocurre al invertir la marcha en un vehículo: cuando marcha hacia adelante, para que marche hacia atrás hay que pasar por el punto muerto, o sea detener el vehículo. En este instante no hay movimiento e inmediatamente comienza a haberlo, pero en sentido inverso al anterior.

Como la variación de la corriente es gradual y no brusca, el gráfico de la figura 26 no nos sirve, pues él da precisamente la idea de un paso brusco del positivo al negativo. La realidad está representada más acertadamente en la figura 27. La curva que tiene esta forma se llama *sinusoide* y representa entonces a la corriente alterna. Un semiciclo positivo y otro negativo forma en conjunto un ciclo o período. En un segundo habrá tantos ciclos como unidades tenga la frecuencia de la corriente alterna.

La resistencia en corriente alterna

De la observación de la figura 25 se deduce que en un circuito de corriente alterna que contenga una resistencia o varias, los efectos serán idénticos que en corriente continua. Para demostrarlo recordemos cuáles eran los efectos en corriente continua. Al paso de los electrones, éstos chocaban con los átomos de los conductores y se producía calor, o si los choques eran muy violentos y el alambre muy fino, el calor era tan intenso que se producía luz.

En el caso de la corriente alterna los electrones también circulan, con la única diferencia que cambian de sentido de circulación, pero ello no implica ningún inconveniente para los choques con los átomos, es decir, que se producirá calor o luz, igual que en corriente continua.

Por esta razón, una plancha, estufa, lámparas, etcétera, eléctricas, pueden conectarse indistintamente a las redes de corriente continua o alterna, cuidando solamente el detalle de que la tensión aplicada coincida con la que especifica el fabricante, por ejemplo, 220 Volt. En consecuencia, para circuitos que contengan únicamente resistencias, no habrá diferencias en el comportamiento, ya se trate de corriente continua o alterna.

El condensador en corriente alterna

Si bien en el caso de las resistencias no hay diferencia de efectos entre corriente continua y alterna, en el caso del condensador, en cambio, la diferencia es muy grande. Veamos lo que ocurre si se aplica un generador de tensión alterna para cargar un condensador, tal como se ve en la figura 28. Recordemos la figura 21, donde lo cargábamos con una pila, es decir, con una fuente de tensión continua, o sea de polaridad fija. Aquí, como la fuente es de tensión alterna, colocamos en los bornes *a* y *b* el doble signo, para recordar que la polaridad es cambiante.

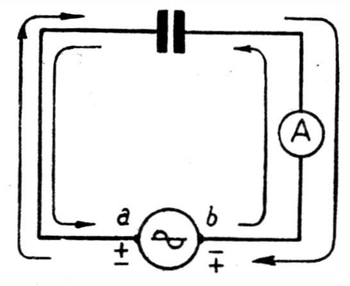


FIG. 28. — Circuito alimentado por corriente alterna que contiene un condensador.

Tomaremos el circuito durante el medio ciclo en que *a* es positivo y *b* negativo. ¿Qué ocurre? Ya lo sabemos, y es que hay un desplazamiento de electrones repelidos desde *b* (polo negativo), que van a la placa derecha del condensador. Asimismo, en la placa izquierda se siente la influencia de esos electrones y muchos son repelidos de esta placa hacia el polo *a* (polo positivo) que los atrae. Si la tensión hubiera sido continua así quedarían las cosas, pero, como es alterna, inmediatamente se produce la inversión de la polaridad, y ahora *a* es negativo y *b* positivo. Los electrones serán rechazados por el polo *a* (negativo) e irán a la placa izquierda del condensador; a su vez de la placa derecha saldrán electrones repelidos por la carga negativa de la otra placa, y serán atraídos por el polo *b* (positivo). Así termina el ciclo, pero inmediatamente comienza otro y tenemos nuevamente al polo *a* como positivo y al *b* como negativo. Vuelven a circular electrones de *b* hacia la placa derecha y así sucesivamente.

¿Qué pasaría si se pudiera hacer una ventana de observación en el cable en el lugar marcado con A dentro de un círculo? Si eso fuera posible y se observaran los electrones en ese punto, se vería que durante medio ciclo circulan según la flecha interna del circuito y durante el otro medio ciclo, según la flecha externa, y así siguen las cosas durante todos los ciclos y mientras se mantenga conectada la fuente *ab*. Para el observador que mira en A y que no sabe qué otras cosas hay en el circuito, todo ocurre como si se tratara de un circuito cerrado con circulación de corriente alterna.

Esto es tan importante que en la práctica se afirma que la corriente alterna pasa por los condensadores mientras que la continua no pasa. Aunque ello no es muy riguroso, puesto que los electrones no saltan el espacio entre las dos placas resulta cómodo admitirlo. En consecuencia, la diferencia fundamental entre los circuitos de corriente continua y de alterna con condensadores, es que en los primeros no circula corriente y en los segundos sí.

Es evidente que la cantidad de electrones que circula dependerá del tamaño del condensador, o mejor aún de su capacidad. A mayor capacidad la intensidad de la corriente será mayor o viceversa. Se admite que el condensador ofrece al circuito de corriente alterna una especie de resistencia, lo que se llama *reactancia* o *impedancia*. De modo que un condensador de gran capacidad tendrá menor impedancia que uno pequeño, pues la corriente es mayor y viceversa.

Un detalle muy importante, fundamental, es que la impedancia de un condensador depende de la frecuencia. En efecto, cuanto más rápidos sean los cambios de polaridad, los desplazamientos de electrones hacia una y otra placa del condensador son más notables, y en el punto A

de la figura 28 se nota un desplazamiento mayor, o sea hay una corriente más intensa. Como a mayor corriente corresponde menor resistencia, o sea menor impedancia, diremos que si la tensión aplicada es de alta frecuencia, la impedancia del condensador es menor que en baja frecuencia. Es decir, que un condensador de 0,1 μF, por ejemplo, tiene una impedancia de unos 20.000 Ohm, en un circuito de una frecuencia de 80 c/s, y en un circuito de 80.000 c/s, o sea de 80 kc/s tendrá una impedancia de 20 Ohm nada más. Hay proporción en la cifra, pues con frecuencia mil veces mayor la impedancia es mil veces menor. Obsérvese que hemos medido la impedancia en Ohm, como la resistencia, y ello es lógico, puesto que la impedancia tiene el carácter de una resistencia al paso de la corriente.

Hemos hablado de 0,1 μF y recordemos que eso quiere decir un décimo de *microfarad*, siendo esta última la unidad usual de capacidad de los condensadores.

La bobina en corriente alterna

Al referirnos a los fenómenos magnéticos producidos por la corriente eléctrica (fig. 14), colocábamos un alambre arrollado y le conectábamos una pila para que circulara corriente eléctrica por la bobina. Con ello conseguíamos que dicha bobina se comportara como un imán y la llamábamos electroimán. La corriene eléctrica tenía intensidad constante y sentido de circulación fijo, impuesto por la polaridad de la pila.

Ahora nos referimos a uno de los fenómenos más importantes en Radio, y es el que ocurre cuando por una bobina circula corriente alterna.

Imaginemos que armamos el circuito de la figura 29, donde vemos representada una fuente de

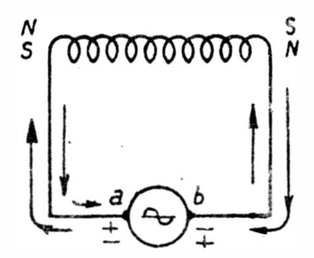


Fig. 29. — Circuito alimentado por corriente alterna que contiene una bobina.

tensión alterna que está conectada a una bobina, o sea a un alambre conductor arrollado. Veamos lo que ocurre cuando circula corriente por la bobina, corriente que lógicamente será alterna. Durante el medio ciclo en que *a* es el polo positivo y *b* el negativo, la corriente circula según el sentido marcado con las flechas interiores, del menos al más, y el electroimán tiene su polo Norte a la derecha y su polo Sur a la izquierda. Pero durante el medio ciclo en que se invierte la polaridad con *a* negativo y *b* positivo, la corriente circula en sentido contrario, de acuerdo con lo que marcan las flechas exteriores. Con ello, el polo Norte de la bobina habrá cambiado, estando ahora a la izquierda, y el Sur a la derecha. Por tal motivo se han puesto en los extremos de la bobina los dos polos N y S simultáneamente, ya que cambian en cada ciclo de la corriente que recorre la bobina.

Resulta entonces que cuando pasa corriente alterna por un bobinado se tiene un electroimán de polos cambiantes, o sea alternados. Si retrocedemos hasta la figura 23, notaremos que haciendo girar al imán se conseguía lo mismo: tener frente a la bobina alternadamente el polo Norte y el Sur. En consecuencia, en la bobina recorrida por corriente alterna ocurrirán fenómenos magnéticos capaces de producir fuerzas eléctricas combinadas con acciones magnéticas, cuya consecuencia es la generación de tensiones alternas, tal como ocurría en los alternadores. A este fenómeno se le llama *inducción electromagnética.*

Para que esas fuerzas eléctricas puedan aprovecharse, debemos tener en cuenta algunos detalles importantes. En primer lugar, los fenómenos magnéticos ocurren en el espacio en que está colocada la bobina, y son más intensos cuanto más cerca de ella los colocamos. En consecuencia, para aprovechar la generación de una tensión alterna, debemos colocar otra bobina captadora de los fenómenos magnéticos, encima o muy cerca de ella.

En segundo lugar, los fenómenos magnéticos tienen influencia en la misma bobina que los produce, de modo que se trata de una inducción en sí misma, o sea de *autoinducción.* Por ello en la bobina recorrida por corriente alterna aparecerán fuerzas eléctricas debidas a la autoinducción. El efecto de esas fuerzas o tensiones es tratar de anular u oponerse a la causa que las genera, esto es, tratan de impedir o reducir la circulación de corriente eléctrica. De ello deducimos que la corriente encontrará en su recorrido un impedimento mayor que la resistencia del alambre con que se hizo la bobina. Tal impedimento se llama *reactancia,* y representa una resistencia especial que aparece en las bobinas cuando se conectan en corriente alterna.

La impedancia

Como esas bobinas están hechas con alambres conductores que tienen resistencia, habrá dos resistencias al paso de la corriente: la propia del

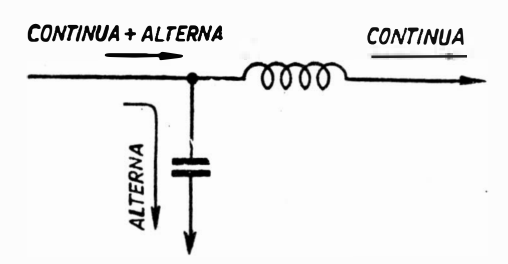


Fig. 30. — Forma de separar una corriente continua de una alterna que se hallan mezcladas, mediante un filtro.

alambre, y el efecto de la autoinducción que hemos llamado reactancia. Ambos efectos se superponen dando un resultado mayor que se llama *impedancia*. Luego, la impedancia es el impedimento total que ofrece una bobina al paso de la corriente alterna.

El efecto de autoinducción es tanto mayor cuanto más rápida es la variación de polaridad de la corriente alterna, es decir, cuanto mayor sea la frecuencia. Pero también puede aumentarse colocando dentro de la bobina un trozo de hierro llamado *núcleo*. Quiere decir que cuando se desea aumentar la impedancia de un bobinado se colocará núcleo de hierro en baja frecuencia (audiofrecuencia). En radiofrecuencia, el efecto de la autoinducción es mucho mayor y no es necesario el núcleo de hierro. Por el contrario, no resulta conveniente porque aparecen otros fenómenos que perturban el funcionamiento.

Con lo que hemos dicho podemos afirmar que las bobinas se comportan inversamente a los condensadores en corriente alterna. En efecto, la impedancia de un condensador disminuye para frecuencias altas, mientras que la de la bobina aumenta. Quiere decir que si queremos impedir el paso de una corriente alterna colocaremos en serie una bobina y si queremos facilitarlo, colocaremos un condensador.

De aquí surge una importante combinación en Radio que se llama *filtro*. Veamos la figura 30, que tiene una bobina y un condensador. Supongamos que tenemos una mezcla de corriente continua y alterna, y que queremos separarlas. La

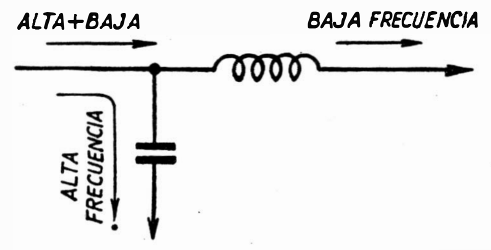


Fig. 31. — Forma de separar dos corrientes alternas de distintas frecuencias, que se hallan mezcladas.

bobina presenta una impedancia grande al paso de la corriente alterna, por lo cual por su rama circulará libremente la continua y, por el contrario, no puede circular por el condensador. En cambio, por este último tendremos una vía para la corriente alterna.

Lo dicho también se aplica cuando tenemos mezcladas dos corrientes alternas, una de alta y una de baja frecuencia. Colocando los elementos de la figura 31 vemos que por la bobina se deriva la corriente de baja frecuencia, porque la impedancia del bobinado es grande para frecuencias altas. Viceversa, la impedancia del condensador es más pequeña cuanto mayor sea la frecuencia, y por esta rama se desviará la corriente de mayor frecuencia.

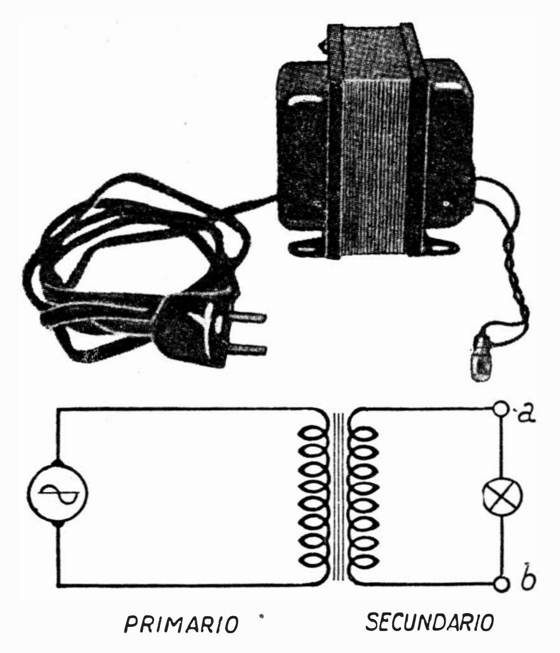


Fig. 32. — Principio de funcionamiento del transformador en corriente alterna.

El transformador

Sabemos ya que si hacemos pasar corriente alterna por una bobina se producen fenómenos magnéticos en el espacio que la rodea, de tal modo que si colocamos otra bobina muy cerca, se inducen en ella fuerzas eléctricas. Es decir, que se generan tensiones alternas capaces de hacer circular corriente por un circuito. El fenómeno se llama *inducción electromagnética*.

Quiere decir que si tenemos las dos bobinas que vemos en la figura 32, a la de la izquierda la llamaremos *primario* y la conectamos a un alternador o a la red de corriente alterna. El

símbolo que se colocó dentro del círculo indica un generador de corriente alterna. Encima de esta bobina o primario, o al lado o muy cerca, se coloca la otra bobina, que llamamos *secundario*. Sus extremos (los del alambre de que está hecha) son los puntos *a* y *b*. En cuanto circula corriente alterna por el primario, se producen los fenómenos magnéticos conocidos, y aparecen en el secundario fuerzas eléctricas que se presentan como una tensión alterna. El secundario toma así el carácter de un generador eléctrico. Si conectamos una resistencia, una lámpara o cualquier otro elemento entre los puntos *a* y *b*, circulará corriente alterna por haberse cerrado el circuito. En la fotografía se observa que el secundario tiene conectada una lamparita y que el primario tiene ficha para conectarlo a la red de corriente alterna. El transformador ilustrado tiene núcleo de hierro, para aumentar el efecto electromagnético, ya que la frecuencia es baja (la red de corriente alterna tiene una frecuencia de 50 c/s). El símbolo correcto de los transformadores con núcleo de hierro lleva unas rayas llenas entre el primario y el secundario, tal como se ve en la figura 32. Para altas frecuencias no se colocan esas rayitas. Para frecuencia industrial y para audiofrecuencia se emplean los núcleos de hierro.

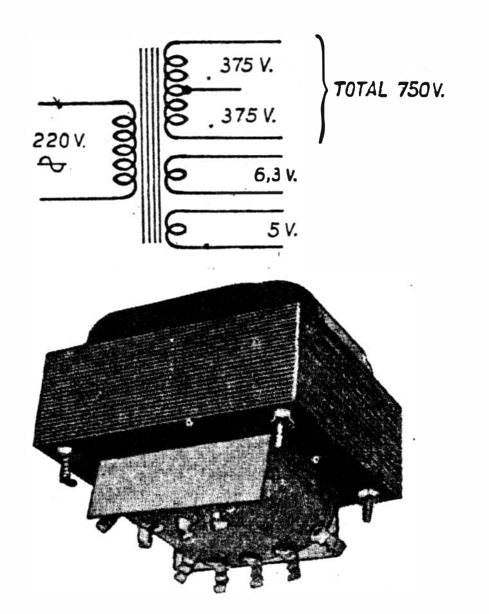


FIG. 33. — Transformador múltiple usado en los receptores para suministrar diversas tensiones alternas.

Un transformador puede tener varios bobinados secundarios, produciéndose en todos ellos la inducción de tensiones alternas. Para ello debemos explicar que el valor de la tensión es mayor cuando el bobinado tiene más vueltas o *espiras*. En efecto, los fenómenos magnéticos se producen en cada vuelta de la bobina y, por consiguiente, si hay muchas vueltas, habrá un fenómeno más notable. De esto se deduce que a más espiras corresponde más tensión inducida.

En concreto, si el secundario tiene la misma cantidad de espiras que el primario, la tensión alterna que se produce en él será igual a la que se aplica al primario. Si colocamos un secundario con menos espiras, tendremos una tensión menor que la del primario, y el transformador se llama *reductor*. Si, en cambio, colocamos un secundario con más espiras que el primario, su tensión será mayor que la aplicada a éste y el transformador se llama *elevador*. Por lo dicho, en el transformador múltiple de la figura 33 tenemos como primario el bobinado al que aplicamos 220 Volt, tensión común de la red industrial, y tres secundarios. Uno tiene más espiras que el primario y nos da 750 Volt en dos mitades, es decir, que se ha sacado una conexión o *derivación* en el punto central del bobinado. Los otros dos dan tensiones menores, 6,3 y 5 Volt, respectivamente. Luego tenemos un transformador elevador y dos reductores combinados en un solo núcleo. La fotografía muestra el aspecto constructivo. Este transformador es el más corriente en los receptores de Radio y sobre él volveremos oportunamente.

Los transformadores para radiofrecuencia no tienen núcleo de hierro, y responden al esquema y aspecto que se ven en la figura 34. Se nota que los dos bobinados están colocados sobre un tubo cilíndrico de cartón aislante y la conexión se hace en cuatro bornes o terminales que tienen en la parte inferior. Las bobinas de esta forma para R. F., se llaman en *galleta*, y es la que se emplea en los llamados transformadores de Frecuencia Intermedia (F. I.). La figura 35 nos

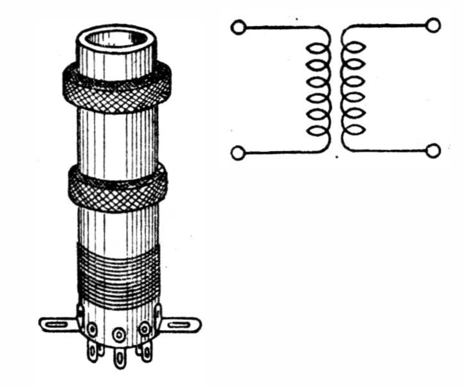


FIG. 34. — Esquema y aspecto típico de un transformador para radiofrecuencia.

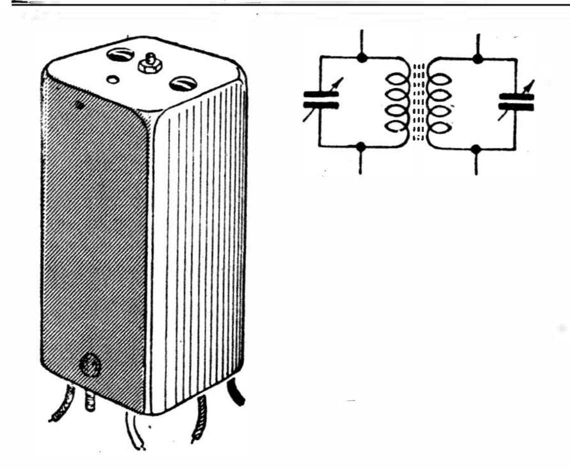


FIG. 35. — Esquema y aspecto típico de un transformador sintonizado para Frecuencia Intermedia.

muestra uno de estos transformadores con el blindaje colocado, esto es, con una caja metálica exterior. Los bobinados de los transformadores para R. F. pueden ser del tipo cilíndrico, como el que se ve en la parte inferior del tubo ilustrado en la figura 34, o del tipo galleta, como los dos superiores del mismo tubo. Obsérvese que entre los dos bobinados de la figura 35 se han dibujado líneas de puntos, que es el símbolo del núcleo de hierro en polvo. Estos núcleos son los únicos que pueden emplearse en altas frecuencias, sin que aparezcan inconvenientes.

En el esquema de la figura 35 se ven dos trimmers o condensadores variables en paralelo con el primario y con el secundario del transformador que por ello se llama *sintonizado*; más adelante veremos para qué se colocan. Los transformadores de F. I. pueden no tener núcleo de hierro, en cuyo caso no se ponen las líneas de puntos en el esquema. Asimismo, las bobinas para radio-frecuencia (R. F.) pueden ser del tipo cilíndrico o galleta, sin que se altere el esquema.

ESTUDIO DE LAS ONDAS

Nuestros sentidos son capaces de captar una serie de hechos y cosas de la Naturaleza, sea en el mismo lugar en que están o se producen, sea a cierta distancia de ellos. Tocando una substancia conocemos el estado de su superficie, su temperatura, su humedad, etc.; es una comprobación local directa, sin haber distancia entre nuestro sentido (tacto) y entre el objeto o el hecho. Pero si escuchamos un ruido o contemplamos un paisaje o el vuelo de un pájaro, hay distancia entre nuestros sentidos (oído y vista) y los hechos y las cosas.

¿Cómo es posible que el sonido emitido en un lugar lo captemos en otro? Es evidente que algo actúa para traernos la sensación hasta nuestros oídos, y ese algo son las *ondas sonoras*. Cuando en un lugar determinado se produce un ruido o sonido, es porque se ejerce una presión o depresión del aire que se propaga a través del espacio. La propagación se hace mediante las acciones recíprocas entre las moléculas del aire, como si se tratara de un cuerpo elástico. En otras palabras, el aire vibra en el lugar donde se produjo el sonido y la vibración se transmite de una a otra molécula, llegando hasta donde se halla el oyente (fig. 36). A esa vibración que se propaga se le llama *onda sonora*.

Prueba de lo dicho es el hecho que cuando observamos a distancia un hombre golpeando un objeto con un martillo, oímos el golpe después que lo hemos visto. El sonido tardará cierto

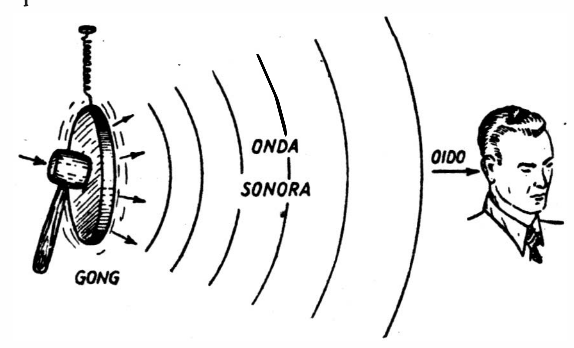


FIG. 36. — Produciendo sonido en un lugar, la onda sonora se transmite hasta el oído.

tiempo en llegar a nuestros oídos, tiempo que es el que emplea la vibración del aire u *onda sonora* para transmitirse. Las ondas sonoras se propagan con una velocidad de 333 metros por segundo en el aire.

Si nos alejamos mucho del lugar donde se produce el sonido, dejamos de percibirlo, lo que prueba que las ondas sonoras se van amortiguando a medida que se propagan. Para aumentar el

alcance de propagación hay que aumentar la intensidad del sonido o aprovechar mejor la onda sonora. Esto último consiste en evitar la transmisión de la onda sonora hacia todas las direcciones, encauzándola en una sola dirección mediante una bocina (fig. 37). Es común en actos deportivos el uso de estas bocinas direccionales.

Para que el sonido sea escuchado a mayor distancia que lo que permite la audición directa, hay

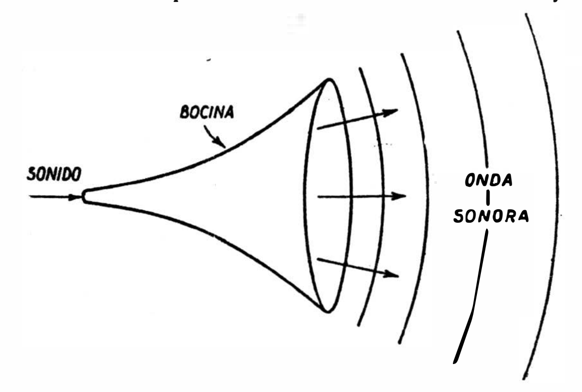


Fig. 37. — Para mejorar la transmisión del sonido puede emplearse una bocina.

que recurrir a transportarlo por otros medios, pues las ondas sonoras sólo se propagan algunos metros, excepcionalmente unos cientos de metros.

La Telefonía

Este problema fué resuelto por Alexander Graham Bell cuando ideó dos dispositivos capaces de convertir la onda sonora: en una corriente eléctrica uno de ellos, y esa misma corriente en onda sonora, el otro. El *teléfono*, en esencia, sólo consiste en eso.

Ya que las ondas sonoras son presiones del aire, el dispositivo que las transforma debe obedecer a esas presiones. Para tal fin se construye el *mi-*

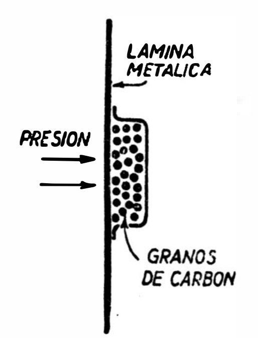


Fig. 38. — Un micrófono transforma la presión del aire en variaciones de resistencia de una cápsula con granos de carbón.

crófono ilustrado en la figura 38. Consiste en una cápsula con polvo de carbón, cuya tapa es una membrana o chapa delgada de metal, de

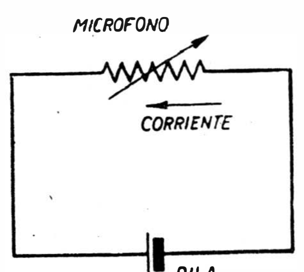


Fig. 39. — Un micrófono en un circuito cerrado produce variaciones en la corriente que responden a las variaciones de la onda sonora.

mayor tamaño. Al producirse un sonido, la onda sonora ejerce presiones y depresiones sobre la chapa, que comprime más o menos los granitos de carbón. Como el carbón es conductor, cuando está molido será buen conductor si los granos están bien arrimados y será menos conductor cuando están más sueltos. Quiere decir que la resistencia eléctrica del carbón contenido en la cápsula es variable, según la presión que haga la chapa, es decir, la onda sonora, ya que ésta es la que empuja la chapa.

Tenemos entonces una resistencia variable, cuyas variaciones siguen las del sonido. Si observamos el esquema de la figura 39, hemos supuesto que el micrófono es una resistencia variable. Al

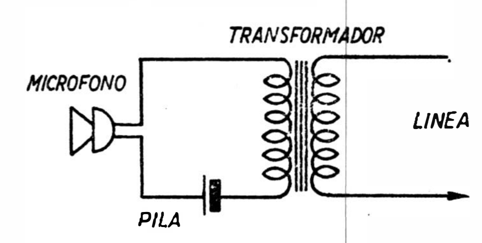


Fig. 40. — Circuito de conexión de un micrófono a carbón. En la línea conectada en el secundario del transformador se tiene la señal de audiofrecuencia.

cerrar el circuito con una pila, cuya tensión es constante, la intensidad de corriente en el circuito será variable por serlo la resistencia. Luego la corriente en el circuito del micrófono sigue las variaciones de la onda sonora.

En la práctica, para transmitir esas variaciones a una línea, debe utilizarse un transformador, tal como se ilustra en la figura 40. Todas las variaciones que ocurren en el primario, se deben a la onda sonora que presiona la membrana del micrófono. Ello produce alteración de la resistencia del carbón en polvo, luego varía la intensidad de la corriente y con ello el fenómeno magnético en el transformador porque en el secundario se induce una tensión variable, cuyas variaciones siguen las de la onda sonora. Esta tensión es alterna, se llama de *audiofrecuencia,* y puede hacer circular una corriente alterna por una línea que

se conecte a los terminales del secündario del transformador.

Veamos ahora cómo convertimos esta corriente variable en sonido, para reproducir nuevamente la onda sonora en otro lugar. Para ello se emplea el *teléfono* o *auricular*, cuyo principio se ilustra en la figura 41. Consiste en un electroimán, por cuya bobina se hace pasar la corriente variable que viene de la línea, es decir, originada en el micrófono. Frente a la bobina se coloca una placa de hierro, que será atraída por el electroimán, más o menos, según la intensidad de la corriente. Esta placa, al desplazarse, aun en pequeñísimas proporciones, ocasiona presiones y depresiones en el aire, reproduciendo la onda sonora con sus variaciones originales. Tenemos así que el sonido producido frente al micrófono ha viajado por la línea, tal como se ve en el esquema completo de la figura 42, convertido en corriente eléctrica, para transformarse nuevamente en sonido, saliendo del teléfono.

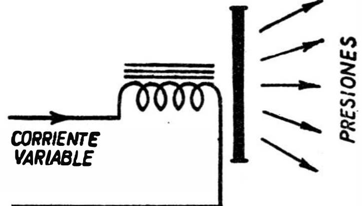


Fig. 41. — Una corriente de audio frecuencia que recorre la bobina de un teléfono produce ondas sonoras.

La longitud de la línea puede ser cualquiera, ya que es sabido que actualmente las líneas telefónicas atraviesan los continentes. Estas transmisiones por línea pertenecen a las comunicaciones llamadas *alámbricas,* para diferenciarlas de las *inalámbricas,* que son sin hilos, o sea por radio.

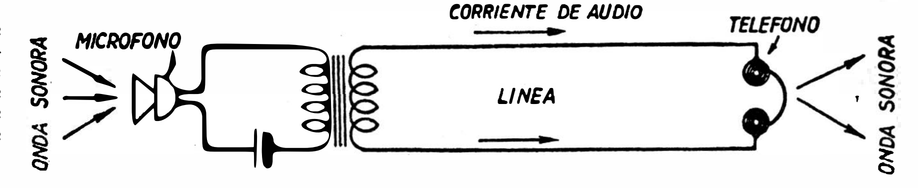


Fig. 42. — Instalación telefónica completa que transforma la onda sonora en corriente de audiofrecuencia que corre por la línea y se transforma nuevamente en onda sonora.

Las ondas de Radio

Las ondas sonoras de que nos hemos ocupado son perceptibles por el hombre, mediante el oído, y pueden ser producidas por nosotros. Nos ocuparemos ahora de otras ondas, llamadas *Hertzianas* o de *Radio,* invisibles e imperceptibles para los hombres, pero de trascendencia capital para la historia del mundo.

Cuando hablamos de corriente alterna, dijimos que ella podía ser de frecuencia baja o elevada. Dijimos también que pasando de 20.000 ciclos por segundo, o sea de 20 Kc/s, se hablaba de Radiofrecuencia. Ahora veremos por qué toma ese nombre.

De las experiencias de Hertz y Marconi resultó que si se tiene un alambre en el aire, y se hace circular por él una corriente de alta frecuencia (de R. F.), ocurren fenómenos muy curiosos. En torno al cable (fig. 43) se producen fenómenos magnéticos de rapidísima variación, que alteran los átomos del aire, produciendo fenómenos magnéticos que generan sucesivos movimientos electrónicos y así sucesivamente. Se comprueba que esos fenómenos no radican en las proximidades del cable, sino que se alejan de él rapidísimamente, en todas direcciones. Todo pasa como si se produjera una vibración de electrones que se propaga de átomo en átomo, sin que tenga el carácter de una corriente eléctrica, ya que el aire no es conductor. Esa propagación del fenómeno se ha llamado *onda de radio,* y viaja velozmente por los espacios, tan rápidamente que recorre 300.000 Kilómetros por segundo. Lo curioso es que en su viaje el fenómeno conserva en su vibración la frecuencia de la corriente que lo produjo, y la forma de variación. Es decir, que si aumenta o disminuye la intensidad de la corriente, ocurre lo propio con la intensidad de la vibración de la onda. Si la corriente es alterna perfecta, la onda también lo es, y si las variaciones de la corriente no siguen la forma que llamamos sinuosidad, la onda en sus variaciones de intensidad de la vibración tampoco las sigue, respondiendo fielmente a las que tenga la corriente del alambre emisor llamado *antena.*

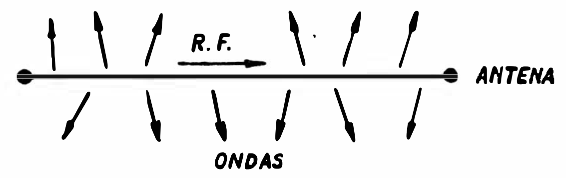


Fig. 43. — Una corriente de radiofrecuencia que recorre un alambre (antena) forma una onda de radio.

Estas ondas se diferencian de las sonoras, en que no se interrumpen ante un obstáculo (edificios, pared, etc.), sino que siguen su recorrido y

en que no se amortiguan a los pocos metros, sino que recorren millones de metros, con cierta amortiguación, por supuesto, pero pueden ser captadas en cualquier lugar de la tierra.

Experiencias posteriores mostraron que la propagación de las ondas de radio dependía de la frecuencia utilizada en la emisión. Así, para emitir ondas a distancias de algunos Kilómetros, hasta 100, poco más o menos, resulta conveniente usar frecuencias de algunos cientos de Kilociclos por segundo hasta pocos miles de Kc/s. Estas ondas se llaman largas, siendo frecuencias usuales las de 500 hasta 1.500 Kc/s. Los receptores de radio de onda larga entonces deben captar frecuencias comprendidas entre dichos límites. Para distancias mayores, cientos o miles de Kilómetros, las ondas largas no sirven porque se amortiguan, y debe recurrirse al empleo de frecuencias de miles de Kilociclos por segundo, es decir, del orden de los Megaciclos. Las ondas de estas frecuencias se llaman *cortas*, encontrándose en la práctica emisoras de onda corta entre 6 y 30 Mc/s. Las ondas de frecuencias mayores de 30 Mc/s se denominan *ultra cortas* y se utilizan para experimentación, para televisión, etc. Obsérvese que a medida que aumenta la frecuencia la onda se hace más corta, pero su alcance es mayor. La vibración en el espacio se propaga a una distancia durante el tiempo en que se efectúa un ciclo completo de aquélla. A esa distancia se llama *longitud de onda*, y es tanto más corta cuanto mayor sea la frecuencia, pues si la variación es muy rápida, en menor espacio se cumple todo el ciclo de variación. A título ilustrativo diremos que una onda de 1.000 Kc/s necesita 300 metros para que en la propagación se cumpla un ciclo de variación, mientras que una onda de 30 Mc/s cumple su ciclo en 10 metros de recorrido.

Resumiendo, una onda de radio tiene sus características propias, que son su frecuencia, su forma de variación y la distancia a cubrir para un ciclo completo de variaciones, o sea la longitud de onda. Todo ello está relacionado con la corriente de alta frecuencia que recorre la antena y que ocasiona la onda. En consecuencia, un emisor o transmisor de radio debe usar una frecuencia fija, para distinguirse de los otros emisores. Esa frecuencia es característica exclusiva y universal. Así por ejemplo, Radio El Mundo, de Buenos Aires, transmite en onda larga en una frecuencia de 1.070 Kc/s, y para captar su onda debe sintonizarse el receptor a esa frecuencia. Posteriormente veremos qué es sintonizar y cómo se hace.

La Radiotelegrafía

Sabemos ya que si se hace circular una corriente de alta frecuencia por una antena, se emite una onda de radio que se propaga en todas direcciones. Falta ahora saber cómo captamos esa onda. Si recordamos que la onda no es otra cosa que una vibración combinada de fenómenos magnéticos y eléctricos, pensamos inmediatamente que puede producirse la inducción, en forma similar a lo que ocurre en los transformadores.

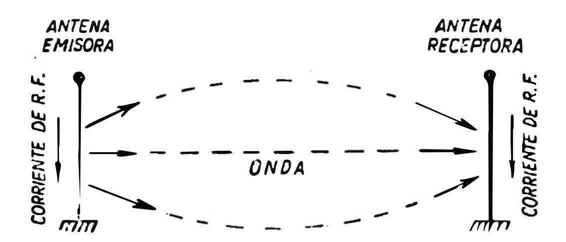


FIG. 44. — La transmisión y recepción de ondas de Radio en su más simple expresión. La antena emisora produce ondas de R. F. que son captadas por la antena receptora, en la cual tendremos señales de R. F.

En efecto, colocando en cualquier lugar otro alambre o *antena*, ocurre que al llegar la onda se induce en ella una corriente de alta frecuencia, con igual frecuencia y con idénticas variaciones que la corriente de la antena emisora. La figura 44 da una concepción simple del fenómeno. Si se interrumpe la corriente en el emisor, cesa la inducción en el receptor o captador. Si se aumenta en el primero, aumenta en idéntica proporción en el segundo, de modo que las cosas ocurren como si la antena receptora formara circuito cerrado con la emisora.

Esto dió paso a un sistema de comunicaciones que se denominó *telegrafía*, que originalmente usaba cables como el teléfono, pero que después reemplazó los cables por ondas de Radio, pasando a llamarse *Telegrafía sin hilos* o *Radiotelegrafía.*

Se ilustra esquemáticamente este sistema en la figura 45, y consiste en emitir ondas de Radio, cortadas, de duración breve, pero con dos distintos tiempos, formando impulsos largos y cortos. Los largos se denominan rayas y los cortos, puntos. Mediante un código especial ideado por *Morse* se combinan rayas y puntos en forma que equivalen a letras y números, que integran las palabras del mensaje.

El transmisor tiene un generador de radiofrecuencia que se llama *oscilador*, y lleva en serie un pulsador o *manipulador*, para enviar corriente a la antena cuando se le oprime. Soltándolo no hay corriente y, en consecuencia, tampoco hay emisión de ondas. En el receptor se tiene la an-

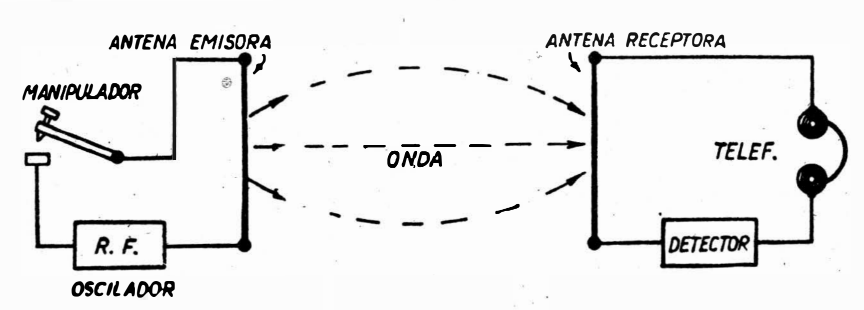


Fig. 45. — Principio de las comunicaciones radiotelegráficas. El transmisor irradia ondas de R. F. producidas por el oscilador y el receptor las capta y tenemos sonido en el teléfono.

tena, en la que se induce corriente alterna de R. F. cuando llega la onda, y con intervalos que coinciden con los cierres del manipulador. Estas corrientes pasan por un dispositivo llamado detector, que las convierte en corriente de audiofrecuencia y luego van al teléfono, produciendo sonidos cortos y largos, los cuales son interpretados en código Morse por el operador para transcribir el mensaje. Más adelante nos ocuparemos del detector, pues se usa también en receptores de Radio.

Las corrientes alternas de R. F. que se emplean en este tipo de comunicaciones son de frecuencias fijas, y además de amplitud constante. Esto quiere decir que el sonido que se escuchará en el teléfono tendrá un tono fijo y una intensidad constante. No hay matices musicales ni variación de la amplitud sonora, ya que no hace falta ninguna de las dos cosas. La Radio no puede ceñirse a este tipo de ondas, sin variaciones, puesto que tanto la palabra como la música tienen variaciones de frecuencia y de amplitud.

Las corrientes de audiofrecuencia

Hemos dicho que un sonido, sea el producido por un golpe, por la voz humana, por un instrumento musical, etc., produce presiones y depresiones en el aire, que pueden ser transformadas en una corriente eléctrica alterna. Pero una corriente es alterna cuando cambia su polaridad, o sea su sentido de circulación, y no nos hemos ocupado de cómo varía la intensidad de la corriente durante esa variación. Sólo mencionamos que la corriente alterna usual en los circuitos de calor y luz varía según una curva que denominamos sinusoide, y que ilustramos en la figura 46. Esto quiere decir que la frecuencia es constante, o sea que todos los ciclos tienen la misma duración y se dibujaban con la misma longitud;

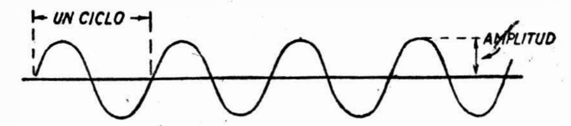


Fig. 46. — Una señal alterna sinusoidal pura se representa con esta curva.

además, tienen la misma *amplitud*, llamándose así al máximo que adquiere la intensidad en cada ciclo, y dibujándose con la misma altura. Al variar la corriente desde cero a su máximo lo hace suavemente, según lo ilustra la curva. Para asimilar la relación que hay entre la curva y la corriente recuérdese los gráficos de la temperatura diaria que se colocan en las camas de los hospitales, los de ganancias y pérdidas en las oficinas comerciales, etc.

Pues bien, las ondas sonoras producen corrientes eléctricas alternas que no tienen ni frecuencia ni amplitud constante, ni la forma de variación sigue la curva sinusoidal. En efecto, si hablamos de la amplitud, un sonido fuerte dará mayor amplitud en la corriente que uno débil. En la figura 47, que representa la corriente producida por una onda sonora llamada de *audiofrecuencia*, *A* marca una amplitud mayor que *B*,

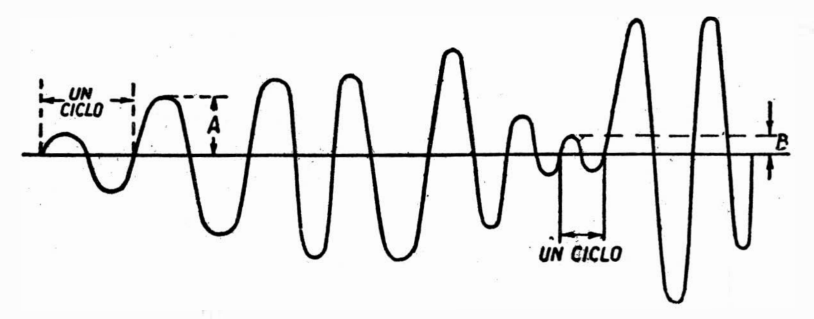


Fig. 47. — Una onda de audiofrecuencia tiene amplitudes y frecuencias variables.

luego en el instante en que la corriente tiene amplitud *A* el sonido es más fuerte que en el instante *B*. La amplitud se llama también *valor de cresta*, o simplemente *cresta*.

Si nos referimos a la frecuencia, no hay más que oprimir distintas teclas de un piano. Los tonos más agudos dan sonidos de frecuencia más alta, y los tonos bajos o graves dan frecuencias menores. Así, en el gráfico de la figura 47 se ve que hay ciclos más largos, que corresponden a menor cantidad de ciclos por segundo, o sea a frecuencias bajas, y hay ciclos más cortos, lo que equivale a decir que hay más ciclos en un segundo, o sea que la frecuencia es mayor. El ciclo más largo corresponde a un tono grave en el sonido y el más corto a uno más agudo.

Otro tanto podemos decir si hablamos de la forma de la curva. Según el timbre o tipo de sonido, se diferencia un piano de un violín y de un órgano. Quiere esto decir que un sonido de una frecuencia y amplitud dada, resulta diferente según el instrumento que lo produzca. Esa diferencia no radica en la frecuencia, ya que ésta puede ser la misma, ni en la amplitud, ya que los sonidos pueden ser de idéntica intensidad, con lo que las crestas tendrán la misma altura. Luego la diferencia está en la forma de la variación, es decir, en la forma de las ondas. En la figura 48 se ilustran tres ciclos distintos de la misma frecuencia y amplitud, lo que se reconoce por tener igual longitud y altura. Pero sus formas son diferentes. El primero es una sinusoide perfecta, que corresponde a lo que se llama *tono puro*, y los otros dos son sinusoides deformados, que responden a los tonos con *armónicas*. Las armónicas resultan de la mezcla de tonos de diferente frecuencia en un mismo sonido.

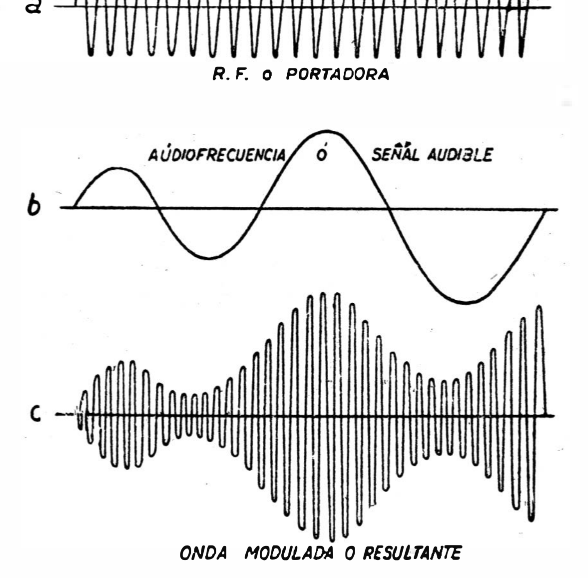
La corriente de audiofrecuencia que se obtenga en un micrófono colocado frente a una orquesta, será alterna, pero tendrá frecuencia y amplitud variable, y además su forma de variación no será sinusoidal, sino que su gráfico tendrá formas caprichosas según los diversos tipos de los sonidos de cada instrumento o de la voz humana.

La modulación

Con todo lo dicho, sabemos que una onda de Radio representa una corriente de alta frecuencia en la antena del transmisor y la misma corriente en la antena del receptor. Además, los sonidos se transforman en corrientes alternas de baja frecuencia o audiofrecuencia. Queda ahora el problema de cómo aprovechamos la onda para que nos lleve los sonidos desde el emisor hasta todos los receptores.

FIG. 48. — Tres ondas diferentes en su forma, en señales de audiofrecuencia.

La solución es muy simple y consiste en superponer la corriente de audiofrecuencia a la de radiofrecuencia, sin mezclarlas. Para tal fin, se toma la corriente de R. F., que tiene amplitud constante, como se ve en *a* de la figura 49, y se hacen variar sus crestas, siguiendo el ritmo impuesto por la corriente de audiofrecuencia,



cuyo gráfico es el *b* de la misma figura. La curva ilustrada en *c* es el resultado. Se nota que la frecuencia de la onda no se ha alterado, pero sus crestas ya no son iguales, sino que bajan y suben, siguiendo la forma de la curva *b*. Esta operación se denomina en Radio: *Modulación*, y se realiza en el transmisor.

La corriente de R. F. así modulada forma una onda que se transmite igual que antes, dando origen a la misma corriente en la antena del receptor. Pero esa onda lleva consigo a la corriente de audiofrecuencia, como si ésta cabalgara sobre ella. Extrayéndola en el receptor podemos reproducir el sonido que se produjo frente al micrófono.

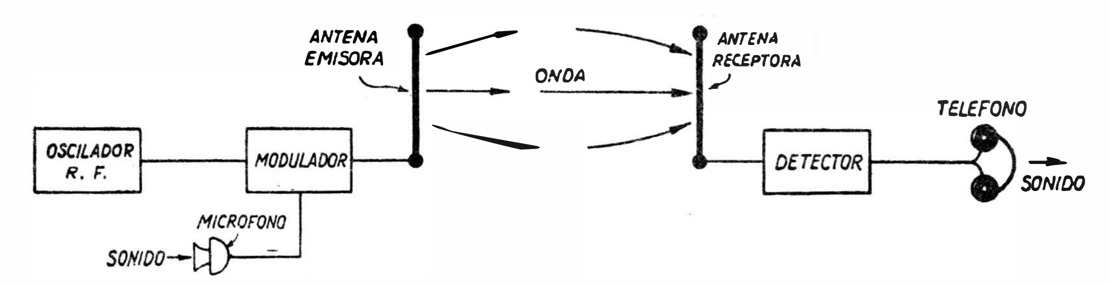


FIG. 50. — Conjunto de elementos que constituye una transmisión y recepción de ondas de radio.

Nótese que si la onda tuviera la baja frecuencia correspondiente al sonido no podría propagarse a distancia. Con el artificio de utilizar una onda de alta frecuencia para que nos lleve el sonido impreso en ella, se dió solución al problema. Además obsérvese que en el gráfico *c* de la figura 49 no aparece la corriente de audiofrecuencia, sino que ella está representada por las variaciones de las crestas de la R..F. Estas variaciones son las que tenemos que aprovechar en el receptor y la forma de hacerlo es lo que se llama *detección* o *demodulación*, y nos ocupará más adelante.

Las ondas moduladas viajan por el espacio en la misma forma que las no moduladas. La señal o corriente de R.F. que lleva impresa la onda de audiofrecuencia se llama *portadora*, justamente por su acción al servir de vehículo a la segunda.

La radiofonía

Con lo visto podemos ya explicar cómo funciona una transmisión y recepción de Radio o sea el mecanismo de lo que se llama *Radiodifusión*, o más propiamente: *Radiofonía*. Para ello observemos la figura 50 que muestra el conjunto de elementos en su expresión más simple.

Tenemos así dos aparatos separados, uno es el transmisor y otro el receptor. Entre ambos hay una distancia de metros, Kilómetros o mayor aún. Al espacio por donde viajan las ondas se le suele llamar *éter*.

El transmisor tiene cuatro secciones principales, que son el oscilador, el micrófono, el modulador y la antena. El oscilador es el generador de corriente de Radiofrecuencia, o sea el que nos provee lo que será la onda portadora. En otras palabras, es un generador de corriente alterna de alta frecuencia. El micrófono es el dispositivo encargado de convertir los sonidos en corrientes alternas de baja frecuencia. El modulador tiene la misión de imprimir sobre la corriente de R. F. la de audiofrecuencia. Es decir, que cambia las crestas de la portadora dándole alturas variables, según se vió en la figura 49, y formando la corriente de R. F. modulada que se envía a la antena, donde se generará la onda irradiada al éter.

En otro lugar o en muchos lugares se encuentran los receptores, cada uno de los cuales tienen tres secciones o partes como mínimo. La antena es la encargada de captar la onda, produciendo una corriente de R.F. modulada, igual a la que circula por la antena del transmisor, pero menos intensa. De la antena llevamos esa corriente al detector, encargado de sacar la audiofrecuencia a la portadora modulada. Una vez que tenemos la corriente de audiofrecuencia, se la envía al teléfono, cuya membrana hará vibrar el aire formando ondas sonoras iguales a las que produjo la orquesta o lo que fuera en la sala de transmisión donde estaba el micrófono. Los oyentes que están frente al receptor escucharán, pues, el programa, que ha sufrido una serie de operaciones, inclusive la de viajar por el espacio desde la estación transmisora hasta nuestros hogares.

Evidentemente que ni el transmisor ni el receptor serán tan simples como hemos descrito, pero en esencia tienen las misiones que se han explicado. Oportunamente abordaremos los distintos pasos y elementos que los constituyen, a fin de que el lector pueda compenetrarse debidamente de la Radio y sus problemas.

Al lector:

El capítulo que acabamos de leer nos ha permitido conocer las ondas sonoras y las de Radio, mediante las cuales podemos transmitir sonidos desde un lugar hasta otro. El tema es complejo, por lo que sugerimos la conveniencia de releerlo hasta asimilar bien el contenido del capítulo. La observación del aparato telefónico y la meditación sobre el funcionamiento del mismo nos ayudarán a comprender su mecanismo funcional. Para las ondas de Radio, obsérvese el trozo de cable que cuelga por detrás del receptor familiar: ésa es la antena captadora de las ondas moduladas que nos llegan desde las estaciones emisoras. Cuando giramos el mando de sintonía de nuestro receptor, no hacemos otra cosa que elegir una de las numerosas ondas que llegan a la antena, para enviarla al detector y posteriormente al teléfono o, más comúnmente, al altavoz, para escuchar los sonidos que se produjeron frente al micrófono en el transmisor.

Difícil sería encontrar un tema más interesante que el que acabamos de considerar. Un fenómeno que ocurre a muchos kilómetros de distancia lo estamos oyendo en nuestra casa, al mismo tiempo en que se produce, gracias a la maravilla del siglo: la Radio.

Todo ello es posible gracias a unos pequeños dispositivos llamados válvulas electrónicas, de las cuales nos ocuparemos ahora para saber cómo funcionan, qué tienen adentro y cómo se conectan. Al final del capítulo estaremos nuevamente con el lector.

Día 3

LAS VALVULAS ELECTRONICAS

Ya sabemos cómo se realizan las comunicaciones inalámbricas, o sea por ondas radioeléctricas. Es común designar con el nombre de Radio a este tipo de fenómenos. Hemos visto que necesitamos un transmisor y un receptor; o muchos receptores. Cada transmisor se caracteriza por la frecuencia de la onda que irradia y pueden ser de onda larga u onda corta según su frecuencia sea menor o mayor de 2.000 Kc/s por segundo más o menos, respectivamente.

En los esquemas vistos hasta ahora se han indicado simbólicamente diversos dispositivos, como son el oscilador, el modulador, el detector, etc. (ver fig. 50), pero nada se ha dicho aún de cómo están constituídos, y cómo funcionan los elementos que contienen. Casi todos ellos, y en general la mayoría de los circuitos de Radio tienen válvulas electrónicas, de modo que debemos explicar este tema antes de seguir adelante.

La emisión de electrones

Cuando mencionamos la luz eléctrica, nos referimos a lo que ocurría al hacer pasar la corriente por un alambre muy delgado. Los choques de los electrones con los átomos del alambre ocasionaban un aumento de temperatura tal que el alambre se ponía al rojo blanco, o sea en incandescencia, emitiendo luz. Así se construyen las lámparas eléctricas llamadas "*incandescentes*".

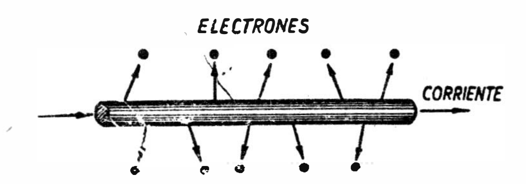


Fig. 51. — La corriente eléctrica al pasar por un alambre metálico origina desprendimiento de electrones.

Si se toma una lámpara de este tipo, que ya tenga mucho uso, se notará que el vidrio se ha obscurecido en su parte interior. Estudiando el motivo del ennegrecimiento de las ampollas de vidrio de estas lámparas, se llegó a la conclusión que todo alambre incandescente sufre un proceso muy singular, y es que los átomos de la superficie exterior del alambre desprenden electrones que son lanzados hacia afuera, tal como se ve en la figura 51. Es decir, que se produce una emisión violenta de electrones o "emisión electrónica".

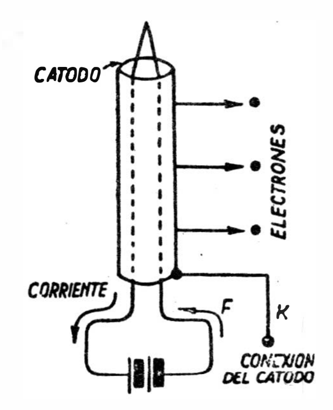


Fig. 52. — Calentando desde adentro el tubito hecho con pastas activas (cátodo), éste emite electrones.

Esta emisión no tiene nada que ver con los electrones que recorren el alambre en forma de corriente eléctrica, puesto que si calentamos el alambre con calor proveniente de una llama, también hay emisión. Asimismo si colocamos el filamento metálico dentro de un tubito, de modo que al estar incandescente el alambre se transmita calor al tubo, se comprueba que el tubo emite electrones, como se ve en la figura 52. Este tubito se denomina "*cátodo*" y el alambre incandescente "*filamento*", correspondiéndoles las letras K y F, respectivamente.

La experiencia demostró que hay substancias que emiten más electrones que otras, y por ello el cátodo se hace con metales como el estroncio, el

bario, etc., que son buenos emisores de electrones. Cuando no se usa cátodo, se cubre el filamento con pastas hechas con compuestos químicos de esos mismos metales.

La placa colectora

Si pensamos un momento en la emisión electrónica, y recordamos que los electrones son cargas eléctricas negativas, se nos ocurre de inmediato que podríamos captar o apresar todos los electrones emitidos en todas direcciones, atrayéndolos por medios eléctricos. Para ello basta colocar una chapa o placa metálica cargada positivamente, como se ve en la figura 53. Esta chapa recuerda a la de los condensadores, y se denomina "*placa*" o "*ánodo*", asignándole la letra P. Es decir, que si unimos el cátodo al polo negativo de una batería y la placa al polo positivo, los electrones emitidos por el cátodo serán atraídos por la placa, siguiendo por los cables según el sentido de las flechas, y formando una verdadera corriente eléctrica, pese a que entre el cátodo y la placa no hay conductores. Esta corriente eléctrica se denomina "*corriente de placa*". Nada tiene que ver con la corriente que está circulando por el circuito de filamento, que depende de otra batería. Si inyectamos, la placa al polo negativo de la batería los electrones que llegan serán rechazados por ser negativos, no se establece el circuito cerrado y no puede circular la corriente de placa.

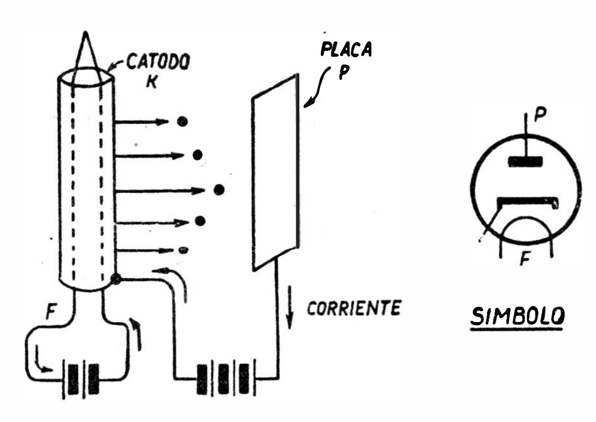


Fig. 53. — Colocando una placa metálica cerca del cátodo, y unida al polo positivo de una batería, se establece la circulación de una corriente eléctrica. A la derecha se ve el símbolo correspondiente al diodo.

Para evitar que los electrones que saltan el espacio desde el cátodo a la placa choquen con los átomos del aire, se colocan ambos elementos en el interior de una ampolla de vidrio o de metal, extrayendo el aire que contiene, es decir, haciendo el vacío en el interior. Tanto el cátodo como la placa se denominan en general "*electrodos*", y el conjunto se denomina "*válvula*" electrónica o termoiónica. El nombre de válvula proviene de que la corriente sólo puede circular en un solo sentido, que es el que indican las flechas en la figura 53, y va de cátodo a placa, de allí a la batería o fuente, pasando por ella y volviendo al cátodo.

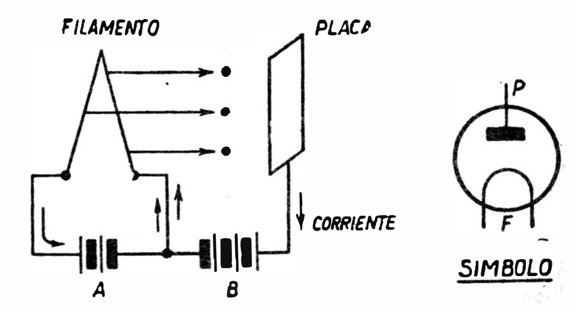


Fig. 54. — Un diodo de calentamiento directo no tiene cátodo, pues los electrones son emitidos directamente por el filamento. El símbolo aparece a la derecha.

La válvula que sólo tiene dos electrodos, tal como lo hemos explicado, se llama *diodo* (de di = 2; odo = electrodo). No es necesario que tenga cátodo emisor, pues sabemos que el filamento encargado de calentar al cátodo, en cuyo caso se llama "*calefactor*", puede estar recubierto con las pastas emisoras de electrones, y en ese caso no hay tubito aislado, sino que el diodo tiene solamente el filamento y la placa. Aquí el filamento oficia de cátodo y las conexiones son como lo indica la figura 54. Obsérvese que hay dos corrientes diferentes que no tienen ninguna vinculación entre sí: la de filamento, cuya única misión es calentar el alambre para que emita electrones y la de placa que ya conocemos. Hay entonces dos baterías o fuentes distintas, que suelen llamarse: "*fuente A*" a la de filamento y "*fuente B*" a la de la placa. Esto es válido para todos los circuitos de radio y cualesquiera que sean las fuentes empleadas: baterías, redes, generadores, rectificadores, etc.

La grilla de control - Triodos

Los electrones desprendidos del cátodo forman una nube muy densa y velocísima que salta hasta la placa, y que se llama "*flujo electrónico*". La válvula así formada no tendría mucha utilidad, pero si se controla o regula la cantidad de electrones que llegan a la placa, surgen posibilidades utilísimas. Con ello se consigue variar la corriente de placa sin alterar la tensión de la fuente *B* o batería de placa.

Para el fin indicado se coloca un alambre arrollado en espiral cerca del cátodo, como en la figura 55, al cual se denomina *"rejilla"* o *"grilla"* correspondiéndole la letra *G* en los esquemas. A esta grilla se le da carga eléctrica negativa para que rechace los electrones, devol-

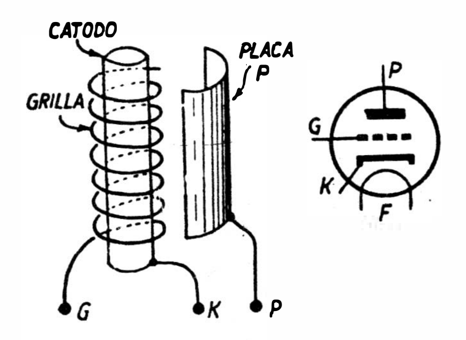


Fig. 55. — La grilla es una espiral de alambre, colocada cerca del cátodo, que sirve para controlar el flujo de electrones emitidos por éste. El símbolo del triodo se ve a la derecha.

viéndolos al cátodo e impidiendo que lleguen a la placa. Claro está que si todos los electrones sufren ese rechazo, no habrá ninguno que llegue a la placa y desaparece la corriente de placa, pero como la carga eléctrica negativa de la grilla la hacemos menor que la carga positiva de la placa, algunos electrones son rechazados pero otros pasan de largo y llegan a la placa. Observemos el mecanismo en la figura 56.

Tenemos el circuito igual al de la figura 53, pero se agregó la grilla con una batería, llamada *"fuente C"*, cuyo polo positivo se une al cátodo y el negativo a la grilla. Esto se hace así, para que la rejilla tenga carga negativa respecto del cátodo.

Veamos ahora lo que ocurre: algunos electrones salen del cátodo, y como son cargas negativas, son repelidos por la carga negativa de la grilla, por lo que vuelven hacia atrás. Otros que llevan más energía, pasan de largo por los espacios entre los alambres de la grilla, atraídos violentamente por la fuerte carga positiva de la placa, llegando a ésta y formando la corriente de placa.

Si la tensión de la batería de grilla la podemos aumentar y disminuir manteniéndola siempre inferior a la de placa, notaremos que si aumenta, son rechazados más electrones, llegan menos a la placa y se reduce la corriente de placa. Viceversa, si la disminuimos, pasan más electrones y aumenta la corriente de placa. Quiere decir que controlamos la corriente de placa variando la tensión de grilla; de aquí sale el nombre de *"grilla de control"* que se da a ese electrodo de la válvula.

La válvula que teníamos con dos electrodos o diodo pasó a tener tres y se llama *"triodo"*, constituyendo un valioso elemento en radio, pues con pequeñas tensiones en grilla se controlan grandes tensiones en placa, tal como veremos más adelante.

Las grillas auxiliares - Pentodos

Sabemos como funciona una válvula triodo cuyo esquema reproducimos en la figura 56. Los electrones desprendidos del cátodo son cargas negativas y por lo tanto son atraídos por la placa que está cargada de electricidad positiva mediante una fuente exterior que se conecta a propósito. La grilla, suerte de enrejado que se intercala entre el cátodo y la placa, lleva una carga eléctrica negativa y por lo tanto algunos de los electrones emitidos por el cátodo son rechazados, con lo que se puede controlar la cantidad de electrones que llegan a la placa dando mayor o menor potencial negativo a la grilla.

En realidad en el triodo ocurre un inconveniente que limita sus posibilidades cuando se quiere obtener un rendimiento elevado. Sucede que en las vecindades del cátodo quedan muchos

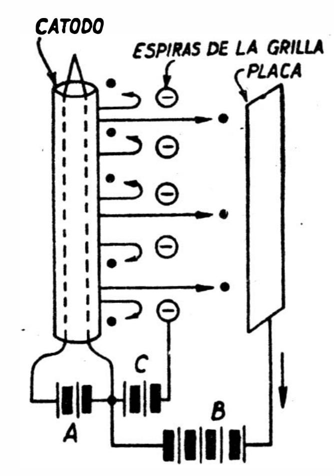


Fig. 56. — Al colocar la grilla conectada al polo negativo de una batería C, algunos electrones son rechazados, volviendo al cátodo; otros llegarán a la placa, que está conectada al positivo de la batería B.

electrones que no han salido con suficiente fuerza como para ser atraídos por la placa y si a ello sumamos el efecto de rechazo que ejerce la carga negativa de grilla es fácil de entender de que se formará en torno al cátodo una especie de nube de electrones inertes que se denomina ***"carga de espacio"*** o ***"carga espacial"***. Estos electrones no sirven para nada y estorban a los otros que podrían llegar a la placa, de tal manera que los trio-

dos han quedado relegados a las aplicaciones donde se requiere una fuerte corriente de placa o un elevado rendimiento.

La solución a este estado de cosas se ha conseguido intercalando entre la grilla y la placa otra grilla que se denomina "*pantalla*", según lo muestra la figura 57. Esta pantalla es un enrejado similar al de la grilla y lleva una carga eléctrica positiva, pero no tan alta como la de placa. El funcionamiento de la pantalla es el siguiente: Como tiene carga eléctrica positiva atrae los electrones emitidos por el cátodo colaborando con la placa en esta función, pero como está más cerca del cátodo ejerce sobre ellos una acción muy enérgica. Los electrones que llegan a la pantalla siguen su camino por que el potencial positivo de placa es mayor que el de pantalla. No obstante algunos quedan en la pantalla formándose una corriente eléctrica que cierra el circuito

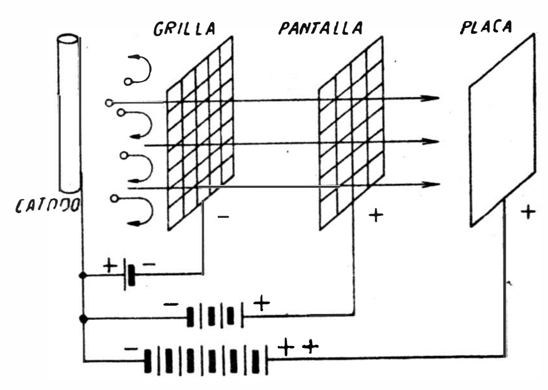


Fig. 57. — Al colocar la grilla pantalla y darle potencial positivo los electrones se aceleran en su camino hacia la placa.

pasando por la batería, el cátodo y el espacio entre el cátodo y la pantalla y que hace disminuir la corriente de placa.

La acción aceleradora de la pantalla sobre los electrones emitidos por el cátodo no entorpece la función de la grilla que con su carga negativa rechaza a algunos electrones con lo que se controla la intensidad de la corriente de placa en igual forma que en los triodos. Una válvula constituída por estos cuatro elementos o electrodos se denomina "*tetrodo*" y durante mucho tiempo fué considerada superior al triodo por tener mayor rendimiento que éste. Pero como siempre ocurre en la técnica pronto se le encontró el inconveniente que impedía alcanzar en el tetrodo los elevados rendimientos que se esperaban.

Ocurría que al actuar la pantalla los electrones adquirían una gran aceleración y llegaban a la placa chocando contra ella y provocando des-

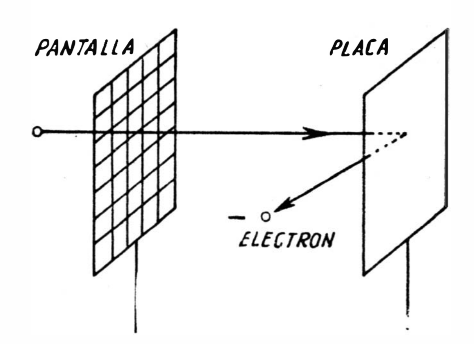


Fig. 58. — El choque violento de los electrones contra la placa provoca desprendimiento de electrones de ella, lo que se denomina *emisión secundaria*.

prendimiento de electrones, el cual fué denominado emisión secundaria. En la figura 58 se muestra lo que ocurría con un electrón. Los electrones son cargas negativas y al encontrarse desprendidos de la placa llegan a las proximidades de la pantalla con lo que serán atraídos por ésta. Este inconveniente obligaba a reducir la tensión de la pantalla para no acelerar tanto los electrones y para que una vez producida la emisión secundaria no fueran atraídos por la pantalla los electrones desprendidos de la placa.

A grandes males grandes remedios: inmediatamente de descubierto el inconveniente se le encontró solución intercalando entre la pantalla y la placa una tercer grilla, la que se denomina "*supresora*" y que lleva carga eléctrica negativa; veamos en la figura 59 lo que ocurre: Un electrodo que acelerado por la pantalla choca contra la placa provoca el desprendimiento de otro electrón por emisión secundaria. Este electrón es una carga negativa que es rechazado por la supresora y atraído por la placa, siendo recuperado por ésta. De este modo esta grilla auxiliar que se ha intercalado no impide, pero si suprime los efectos de la emisión secundaria, razón por la cual se le ha denominado "*supresora*". Hemos

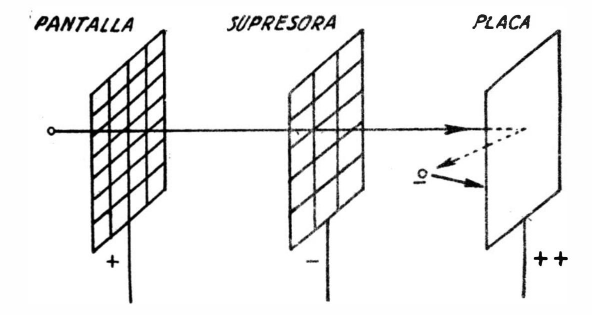


Fig. 59. — Para eliminar la emisión secundaria se coloca otra grilla entre la pantalla y la placa, grilla a la que se denomina *supresora*.

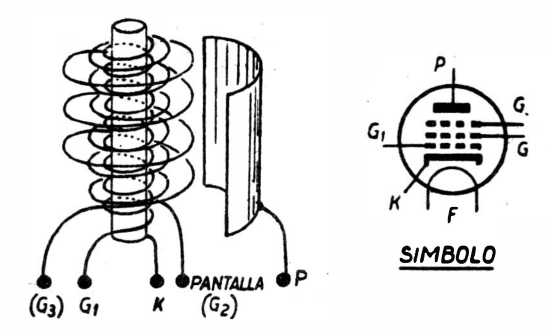


FIG. 60. — Un pentodo es una válvula que tiene tres grillas: la de control G_1, la pantalla G_2 y la supresora G_3. El símbolo aparece a la derecha.

llegado así a una válvula que tiene cinco electrodos principales, a saber: cátodo, grilla, pantalla, supresora y placa, por lo que se la denomina "*pentodo*". Su uso se ha difundido notablemente en radio y puede decirse que salvo algunos tipos especiales de los que nos ocuparemos oportunamente, no ha sido superada hasta el presente.

Tenemos así la válvula con tres grillas, ilustrada en la figura 60; sumadas a éstas la placa y el cátodo, se forman cinco electrodos, tomando la válvula el nombre de "*pentodo*". La grilla supresora puede reemplazarse por dos chapitas colocadas oblicuamente cerca de la placa, que sirven de reflectores y tienen carga eléctrica negativa. Tal válvula es también un pentodo, pero se llama "*de haz electrónico concentrado*", por el efecto que hacen los reflectores.

Veamos en resumen cómo trabaja un pentodo cuyo esquema es el de la figura 61. Por de pronto, el pentodo tiene la ventaja sobre el triodo de que con menores tensiones de grilla controla mayores tensiones de placa, lo que justifica su empleo en todos los aparatos de radio.

Para dar las cargas eléctricas a los cinco electrodos se procede tal como indica el esquema. La placa P lleva la fuente B principal, que tiene más tensión que las otras baterías. Su polo positivo se une a la placa y el negativo al cátodo. Para la pantalla G_2 usamos una fuente B secundaria de menor tensión que la de placa, uniendo el polo positivo a la pantalla y el negativo al cátodo. A la supresora hay que darle carga negativa, por lo que resulta cómodo unirla al cátodo. Hay válvulas que tienen hechas la conexión dentro de la ampolla. Y para la grilla G_1 tenemos la fuente C que es otra batería, cuyo polo negativo se une a la grilla, y el positivo al cátodo. Finalmente, recordemos la fuente A, que alimenta al filamento calefactor y que forma un circuito cerrado independiente, no interesando la polaridad, es decir, qué polo se une a cada extremo del alambre del filamento.

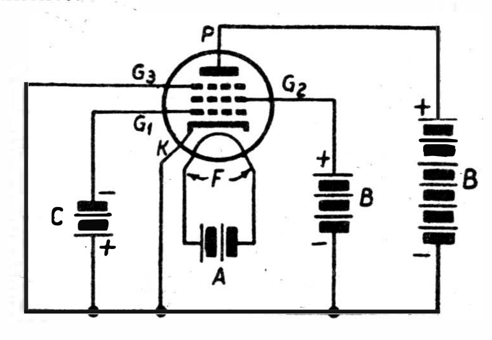


FIG. 61. — Esquema de conexiones de un pentodo con las diferentes baterías de alimentación de sus electrodos.

Las válvulas múltiples

En la práctica suelen construirse válvulas como las descritas hasta aquí, o combinadas, colocando dos o más válvulas dentro de una sola ampolla, para economizar el tamaño de los equipos. Veamos los esquemas o símbolos que les corresponden, ya que los circuitos de utilización serán vistos más adelante.

Por lo pronto, en la figura 62 se muestra los

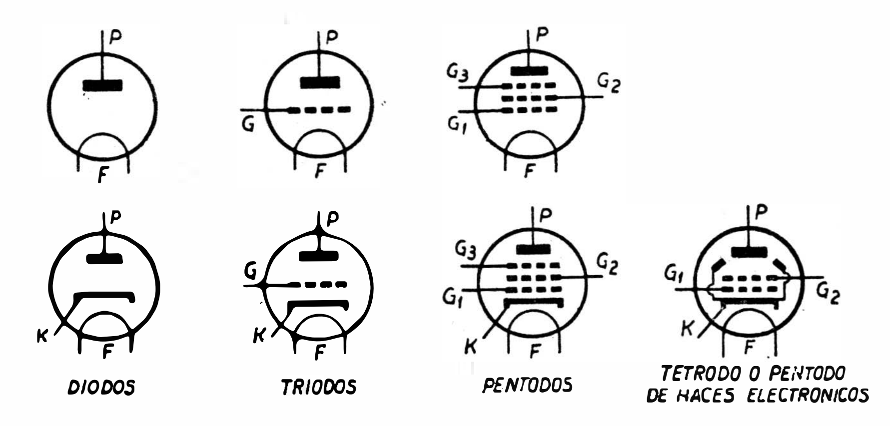


FIG. 62. — Esquemas correspondientes a las válvulas de radio. Las superiores son de calentamiento directo y las inferiores, con cátodo, de calentamiento indirecto.

símbolos de las comunes, arriba las que no tienen cátodo, o sea de calentamiento directo, y abajo las que los tienen, o sea de calentamiento indirecto. El primer símbolo es un diodo, teniendo sólo cátodo y placa. El segundo es un triodo, que agrega a los electrodos anteriores la grilla. Y el tercer símbolo es un pentodo, que tiene tres grillas en vez de una. Para distinguir en el esquema cuál es cada una de las grillas, se conviene en que la primera empezando desde el cátodo es la grilla de control. La que sigue, o sea la segunda, es la pantalla y la tercera, cerca de la placa, es la supresora.

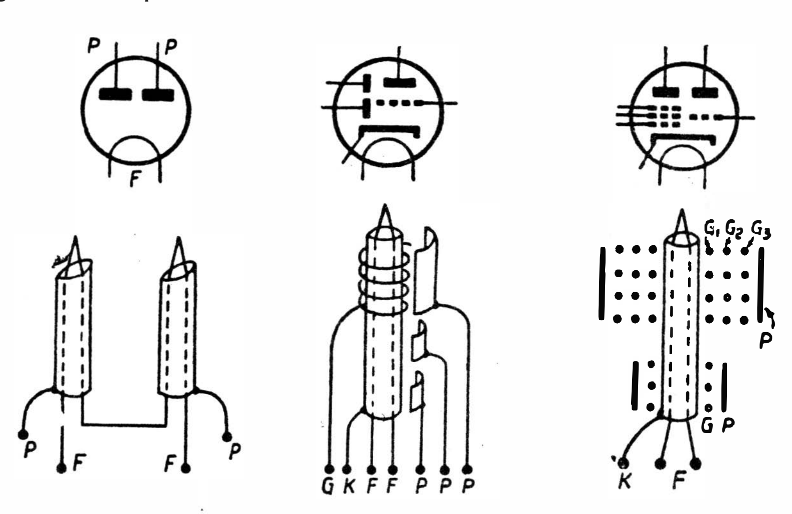


Fig. 63. — Algunas de las válvulas múltiples más comunes en radio: el doble diodo, el doble diodo-triodo y el pentodo-triodo.

En la figura 63 se ven algunas válvulas combinadas o múltiples de los tipos más usuales. El primer símbolo es un doble diodo de calentamiento directo, o sea sin cátodo. Es la típica rectificadora de todos los receptores de radio. El segundo símbolo es un doble diodo y un triodo, teniendo un solo cátodo que es común a las dos secciones. En los dibujos se ve la disposición interna en dos plantas, de modo que el tubito cátodo es largo y abarca las dos secciones. El filamento está colocado dentro del cátodo como ya sabemos.

El tercer símbolo es una combinación de triodo y pentodo en una sola ampolla. Una sección usa el cátodo general y tiene su grilla y su placa, mientras que la otra sección tiene tres grillas y la placa.

Son numerosas las combinaciones logradas en válvulas múltiples, según las necesidades y el deseo de economizar el tamaño en los equipos portátiles. Es evidente que el mismo resultado se logra si en los circuitos se emplean válvulas simples separadas que empleando las dobles o triples combinadas, sólo que en el segundo caso se economizan válvulas y tamaño, pero se complican los esquemas de conexiones.

Los zócalos

Para poder conectar las válvulas a los circuitos, están provistas de patas en la parte inferior, que son tubitos metálicos, a los que están soldados los alambres que van al cátodo, a las grillas, a la placa y a los dos extremos del filamento. Algunas válvulas tienen la grilla unida a un tubo metálico colocado en el extremo superior, y que se llama "*capacete*" (fig. 64).

Podría conectarse la válvula a los demás elementos del circuito, soldando directamente los cables a las patas metálicas, pero ocurre que al igual que las lámparas eléctricas, las válvulas se gastan y hay que cambiarlas, de modo que habría que desconectar los cables. Resulta más cómodo emplear los "*zócalos*", en los que se en-

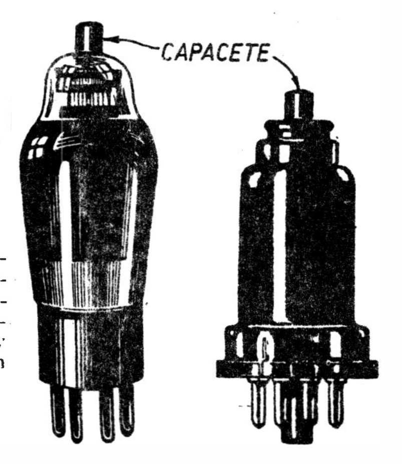


Fig. 64. — Algunas válvulas tienen la grilla conectada a un capacete superior y no a una pata en la base.

chufan las patas de las válvulas, entrando cada pata en uno de los cilindros metálicos del zócalo. Estos cilindros tienen un apéndice metálico que permite soldar los cables para hacer las conexiones, tal como se ve en la figura 65.

El número de agujeros del zócalo es igual al número de patas de la válvula, y esa cantidad varía desde 4 hasta 8. En efecto, el número 4 corresponde al diodo simple, con dos patas para el filamento, una para el cátodo y otra para la placa; siendo el máximo de 8 para el pentodo, que requiere tres patas más para las tres grillas y la octava para poder conectar la ampolla cuando es metálica.

Hay, pues, zócalos de 4, 5, 6, 7 y 8 agujeros, pero la tendencia moderna es usar zócalos de ocho agujeros iguales para todas las válvulas. En los zócalos de menos de 8 agujeros, 2 de éstos son siempre más grandes, los que corresponden a las patas del filamento, para evitar que se enchufe la válvula en posición incorrecta. Esto es evidente, pues si todas las patas fueran del mismo diámetro, al enchufarla en el zócalo podría quedar con la pata de la placa en el agujero del zócalo que corresponde a las conexiones de la grilla o algo así. Las válvulas modernas tienen todas las patas iguales, pero en el centro tienen un cilindro de mayor diámetro con un saliente lateral o bayoneta que entra en el zócalo en una sola posición, tal como se ve en la figura 66.

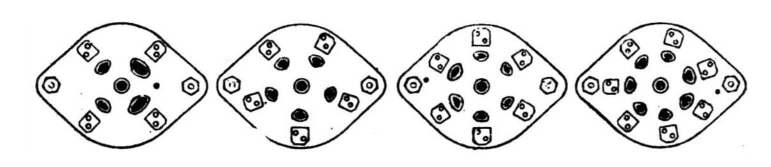


Fig. 65. — Vista de zócalos para válvulas, donde se ven los terminales para soldar.

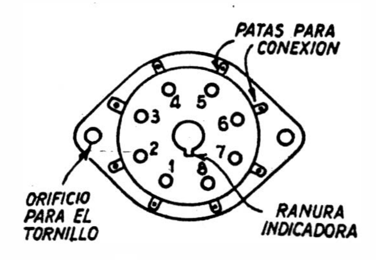


Fig. 66. — Vista inferior de un zócalo octal, con la numeración que corresponde a las patas.

En los circuitos de radio se ponen números a los agujeros o contactos del zócalo. En los zócalos modernos, según la figura 66, llamados "*octales*", los números van del 1 al 8, comenzando por el inmediato a la bayoneta. Siempre, y esto es muy importante, la numeración corresponde al zócalo visto desde abajo, que es la posición en que se le ve cuando se trabaja dentro del chasis del aparato de radio. De modo que cada válvula tendrá sus electrodos correspondientes con números que coincidan con los agujeros del zócalo, y esos números se toman mirando la válvula desde abajo. En los esquemas o en los manuales de válvulas se indica a qué número corresponde cada electrodo para poder hacer las conexiones.

Todavía podemos mencionar las modernas válvulas denominadas *miniatura*, que tienen la ampolla de vidrio y de mucho menor tamaño que las anteriores. Para Radio se emplean en toda clase de equipos y los zócalos correspondientes tienen 7 agujeros, según se indica en la figura 64.

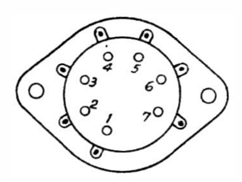


Fig. 67. — Los zócalos miniatura modernos tienen generalmente 7 patas y un espacio en blanco entre la última y la primera para servir de guía.

La ubicación de los mismos responde a un octógono regular, pero uno de los vértices no tiene agujero, para servir de guía. De modo que entre el agujero Nº 1 y el Nº 7 hay un espacio lleno que correspondería al octavo agujero, si lo hubiera. Estos zócalos tienen un diámetro externo de unos 20 milímetros. Para Televisión se emplean válvulas pequeñas con 9 patas que requieren zócalos de 9 agujeros, pero las mismas no se encuentran en Radio, de manera que por el momento las dejamos de lado.

Cómo funcionan las válvulas

Una vez que conocemos el principio de funcionamiento de las válvulas, las partes que las constituyen, las diversas clases y las diferencias entre ellas, falta explicar cómo se aplican a los circuitos de Radio para comprender el resto.

Tres son las funciones principales que tienen las válvulas en los circuitos y muchas las secundarias o accesorias. Las principales son: rectificar, o sea convertir la corriente alterna en continua; amplificar, o sea tomar una tensión pequeña y entregar otra mayor, y oscilar, o sea producir una corriente alterna. Entre las accesorias

más importantes se encuentran las dos ya conocidas de modular y detectar. La primera consiste, según sabemos, en inyectar una audiofrecuencia sobre la onda portadora y la segunda es la función inversa, o sea extraer la audiofrecuencia de la onda modulada. Estas dos funciones parecen muy importantes, pero veremos más adelante que hoy día han perdido esa condición, ya que los moduladores no son en realidad válvulas, y los detectores modernos no son otra cosa que rectificadores.

Otras funciones auxiliares que pueden cumplir las válvulas son siempre derivadas de las fundamentales, excediendo muchas de ellas del alcance de ese libro.

La rectificación

Ya sabemos que, como su nombre indica, en la válvula la corriente sólo puede circular en el sentido cátodo-placa dentro de la ampolla y placa-cátodo en el circuito exterior. Luego es evidente que si en un circuito de corriente alterna ponemos una válvula en serie, sólo circulará corriente durante la mitad de cada ciclo, y precisamente durante los medios ciclos en que los electrones se desplazan en el sentido que acabamos de explicar.

Veamos al efecto la figura 68. El circuito incluye un generador de corriente alterna, que puede ser reemplazado por la red de distribución, la válvula diodo y una resistencia, habiendo además cables para cerrar el circuito. El generador

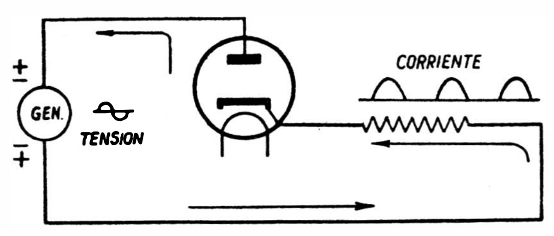


Fig. 68. — Circuito de funcionamiento de un rectificador de media onda.

aplica al circuito una tensión alterna, con ciclos completos que harían circular corriente en los dos sentidos, medio ciclo en el sentido que marcan las flechas y medio en sentido contrario. Pero la válvula sólo deja pasar los electrones del cátodo a la placa, cuando el filamento ha calentado al primero de estos dos electrodos. En otras palabras, durante los medios ciclos de la tensión alterna en que la placa es positiva, los electrones emitidos por el cátodo son atraídos por ella y circula corriente por el circuito en el sentido que marcan las flechas. Durante el medio ciclo en que la placa es negativa, ésta rechaza los electrones emitidos por el cátodo y el circuito queda interrumpido. Luego, si la tensión aplica una onda completa, como muestra la curva de la izquierda, la corriente circula en el circuito en forma interrumpida llamada "*pulsante*", tal como lo muestra la curva de la derecha. En el circuito se ha omitido la conexión del filamento, ya que éste forma un circuito auxiliar que no está vinculado al principal.

La corriente pulsante que circula por el circuito no puede denominarse continua con toda

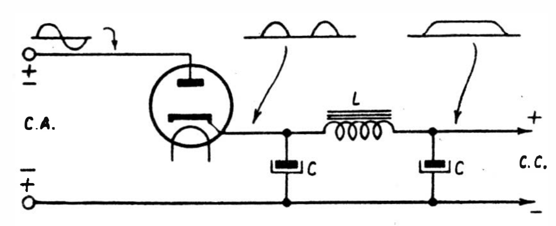


Fig. 69. — Circuito del rectificador de media onda con el filtro colocado, formado por una bobina y dos condensadores.

propiedad, pero por lo pronto no es alterna. Para hacerla continua debemos recordar el efecto de los condensadores y de las bobinas en los circuitos de corriente alterna. En efecto, el capacitor es capaz de acumular carga eléctrica y descargarla luego sobre el circuito, de modo que si conectamos uno o más condensadores a la salida de la rectificadora, ocurrirá que ellos se cargarán durante los impulsos de corriente, y se descargarán sobre el circuito en los intervalos en que no hay corriente. Por ello se conectan condensadores C en la forma que se ve en la figura 69. Estos condensadores son electrolíticos, porque hace falta que sean de gran capacidad.

La bobina que aparece en la figura tiene núcleo de hierro, y se llama "*impedancia*" o "*choque de filtro*", porque el conjunto de los condensadores y la bobina se llama "*filtro*" del rectificador, por su efecto de convertir en continua a la corriente pulsante, como si impidiera el paso de las pulsaciones.

La misión de esa bobina L consiste en lo siguiente: si recordamos que las bobinas recorridas por corrientes variables originaban fenómenos magnéticos instantáneos que reaccionaban contra esas variaciones, comprendemos en seguida que la bobina estorbará a la corriente pulsante que es variable, tratando de impedir sus variaciones, esto es, tratando de aplanarla, o sea convertirla en continua. En la figura 69 se observan tres curvas: la primera es la correspondiente a la tensión alterna de la red que se aplica al rectificador; la segunda sería la corriente "*pulsante*" de salida del rectificador si no hubiera filtro, y la tercera

es la corriente continua a la salida del filtro que se aplica al circuito de consumo con la polaridad indicada.

Los rectificadores de onda completa

Una forma más perfecta de hacer la rectificación de la corriente alterna es aprovechar los dos medios ciclos, el positivo y el negativo. Para ello pueden emplearse dos diodos rectificadores, cada uno de los cuales rectificará media onda, o sea medio ciclo por vez. Como se construyen dobles diodos, o sea dos diodos dentro de la misma ampolla, el circuito se amplifica en la forma mostrada en la figura 70. La válvula tiene un solo cátodo, dos placas, una de cada diodo, y el filamento. En algunas rectificadoras de este tipo no hay cátodo, sino que el filamento asume ese papel (por ejemplo, la 80).

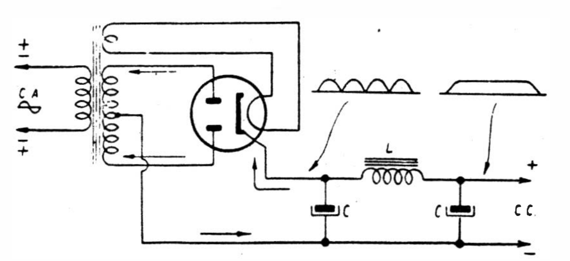


FIG. 70. — Circuito de un rectificador de onda completa con una válvula doble diodo y el correspondiente filtro.

El circuito lleva un transformador, cuyo primario se conecta a la red de corriente alterna (220 V, 50 c/s) y tiene dos secundarios, además de otros que pudieran hacer falta para otras cosas. Uno de ellos alimenta el filamento de la rectificadora, y forma un circuito independiente. El otro se llama *"de alta tensión"*, y está dividido en dos mitades, es decir, que tiene una conexión en el centro además de los dos extremos. Cada extremo se une a una placa del rectificador doble diodo y el centro forma el polo negativo de la corriente continua de salida.

Veamos cómo funciona. En cada medio ciclo se cambia la polaridad de la tensión alterna, por lo que alternadamente se hacen positivas las placas de arriba y de abajo en la válvula de la figura. Con ello, durante los dos medios ciclos de la tensión alterna circulará corriente por el rectificador, medio ciclo por un diodo y medio ciclo por el otro. En el circuito, la corriente de circulación será pulsante, pero sin interrupciones, puesto que circula con impulsos durante todo el ciclo, tal como se ve en las curvas de la figura 70. En el primario hay una onda alterna completa, en la salida del rectificador hay una onda con todos los medios ciclos positivos y a la salida del filtro hay corriente continua. La ventaja del rectificador de onda completa es que al ser menos pulsante la corriente, o sea al no tener intervalos nulos, el filtraje se hace mejor y resulta una corriente continua más pura. Este detalle es muy importante, porque si la corriente no resulta muy pura, aparece lo que se llama un *"zumbido residual"* a la salida del receptor o amplificador, que no es otra cosa que un vestigio o residuo de corriente alterna de 50 c/s que no ha sido rectificado. Como la corriente de 50 ciclos corresponde a una audiofrecuencia, ocasiona en el teléfono o altavoz una onda sonora que tiene un tono grave, como un zumbido. El zumbido residual es menor en los rectificadores de onda completa que en los de media onda.

El rectificador-detector

Supongamos que un receptor haya captado en la antena una señal modulada como la de la figura 49, lo que origina en el circuito una corriente alterna de amplitud variable, o sea que la cresta no tiene siempre el mismo valor. Véase la curva (c) en esa figura. Para obtener la corriente de audiofrecuencia que sigue, no hay más que rectificar dicha corriente modulada, mediante el circuito de la figura 71. Vemos allí un transformador de alta frecuencia, puesto que no tiene núcleo de hierro, cuyo secundario está conectado a una válvula doble, una de cuyas secciones es un rectificador de dos placas o doble diodo. Usamos

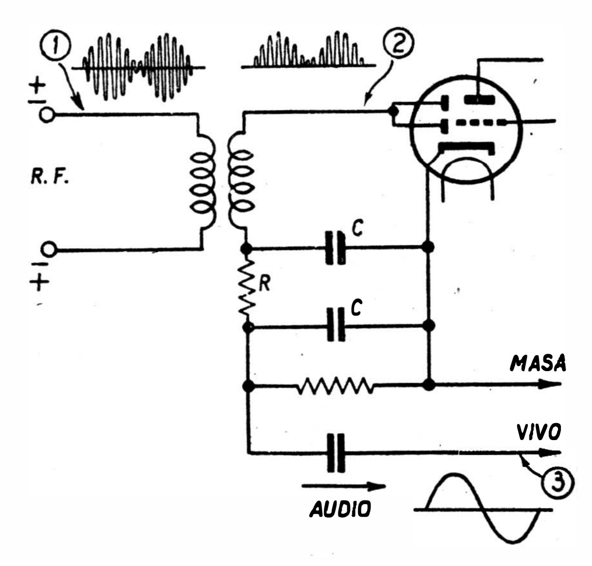


FIG. 71. — Circuito de un rectificador-detector como el que se emplea en los receptores modernos.

las dos placas en paralelo, como si fuera un diodo simple.

El proceso de rectificación de media onda ya lo conocemos, y lo que nos queda es la mitad de la onda modulada, o sea una variación de audiofrecuencia formada por todos los medios ciclos de la portadora. Véase la curva (2) en la figura.

Si queremos eliminar todos estos medios ciclos, se coloca un filtro como los ya conocidos, pero formado por una resistencia R, en la figura 71, y dos condensadores C. Esta resistencia reemplaza al choque o impedancias, porque para alta frecuencia se comporta como tal, puesto que la corriente no recorre toda la masa de las resistencias como lo hace la corriente continua o la corriente alterna de baja frecuencia, sino que recorre solamente la superficie exterior. Este efecto se llama *"pelicular"* o *"skin efect"*, y es importante recordarlo, porque obliga a usar conductores gruesos para las bobinas de radiofrecuencia, pese a que las corrientes son muy pequeñas en intensidad.

Del punto activo de la salida del rectificador, que en este caso se llama *detector*, puesto que hemos extraído la corriente de audio de la onda modulada, tomamos esta última corriente para llevarla al teléfono o al parlante, en la forma que se verá. Esta corriente tiene una curva de variación como la que se ve en (3) de la figura 71.

La amplificación

Ya hemos visto que con pequeñas tensiones en la grilla de una válvula podíamos controlar grandes tensiones en placa, y veamos ahora cómo se produce este hecho y qué aplicaciones podemos darle, mediante lo que se conoce como *"amplificación de la válvula"*.

Si nos remitimos a la figura 72, vemos un triodo al cual se le han conectado dos baterías,

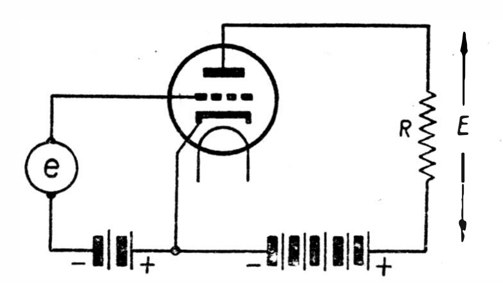


Fig. 72. — Circuito elemental de una válvula empleada como amplificadora.

una para dar a la placa carga positiva y otra para dar a la grilla carga negativa. En la grilla se ha conectado un dispositivo *e*, que puede ser un generador o una pequeña fuente de corriente alterna.

Ahora bien, pequeñas variaciones de la carga negativa de grilla, o sea de la tensión a ella aplicada, ocasionan grandes variaciones del flujo electrónico, o sea de la corriente de placa. Y estas grandes variaciones de la corriente de placa ha-

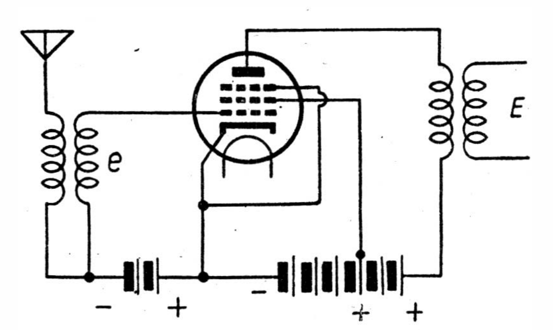


Fig. 73. — Circuito de amplificador de R. F. con válvula pentodo. La señal captada por la antena es amplificada muchas veces.

cen que aparezcan grandes tensiones entre los extremos de la resistencia R insertada en el circuito de placa, tensiones que llamamos E. Por este hecho, a la válvula se la llama *amplificadora*, y es evidente que si aplicamos a la grilla una tensión alterna de 5 Volt, por ejemplo, obtendremos en la placa una tensión también alterna, de la misma frecuencia, pero de 50, 100 ó más Volt, según las características de la válvula.

La fábrica especifica para cada tipo de válvula un *"factor de amplificación"*, que es el número de veces que la tensión en placa es mayor que la que se aplica a la grilla. Por ejemplo, en el caso citado más arriba, si el factor de amplificación es 20, y aplicamos a la grilla 5 Volt, obtendremos en placa $5 \times 20 = 100$ Volt. Esto es teórico, pues en la práctica no se llega a estas cifras, por los efectos del circuito y por otras razones.

Con válvulas pueden amplificarse tensiones alternas tanto de alta como de baja frecuencia, y tendremos así amplificadores de R. F. y de A. F. Asimismo pueden utilizarse triodos o pentodos; estos últimos dan mayor amplificación, por lo cual son los más usados.

La figura 73 muestra un amplificador de R. F. con pentodo. La entrada tiene un transformador para acoplar la antena a la válvula, y la salida de placa tiene otro transformador para acoplar el circuito que sigue. Nótese que la grilla lleva aplicada una tensión negativa, mediante una batería. La placa y la pantalla llevan tensiones positivas, mayor la de placa que la de pantalla, por lo que para la placa se toman más pilas en serie. La

supresora se conecta al cátodo, como se ve en la figura. La tensión E que se obtiene a la salida es muchas veces más grande que la *e* aplicada a la entrada del amplificador.

La figura 74, en cambio, nos muestra un amplificador de audiofrecuencia, a cuya entrada se

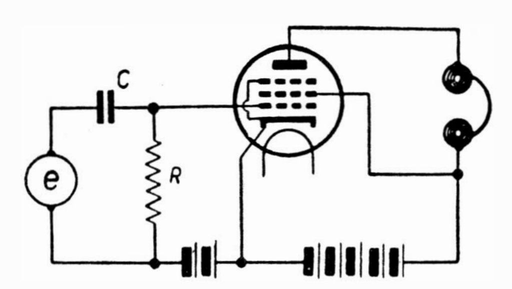


Fig. 74. — Circuito de un amplificador de audiofrecuencia con válvula pentodo. La salida se conecta a un teléfono.

conecta un generador, micrófono, una etapa previa, etc. Lo esencial es que se aplique a la entrada una tensión *e* de audiofrecuencia. El condensador *C* se llama de "desacople", y sirve para evitar que la tensión continua de la fuente o batería de grilla se aplique al generador *e*. La resistencia R se llama *"de carga de grilla"*, y se verá oportunamente su utilidad.

Como la válvula es un pentodo, tiene pantalla, pero en las amplificadoras de audiofrecuencia suele ocurrir que la pantalla lleva la misma tensión positiva que la placa, y esto es lo que vemos en la figura 74. La supresora en estas válvulas está conectada al cátodo dentro de la ampolla. La salida se aplica a un teléfono, pero veremos más adelante que esto no es lo más usual, pues se utilizan parlantes que suministran más volumen sonoro. También se verá que generalmente no se usan baterías ni para la placa ni para la grilla.

La oscilación

Una de las funciones más importantes de las válvulas electrónicas es la oscilación, o sea la de generar corrientes alternas de audio o de radiofrecuencia. Para comprender el funcionamiento observemos la figura 75, que incluye los elementos necesarios.

Lo primero que observamos es que hay dos bobinas, una de grilla L y otra de placa y un condensador C. Este último, con la bobina L de grilla forman lo que se llama "circuito resonante". Su funcionamiento es el siguiente: la batería carga el condensador C y éste se descarga en la bobina L, en la cual se producen fenómenos magnéticos de autoinducción, que originan una tensión nueva que carga al condensador C, el cual se descarga en L, y así sucesivamente. El paso de cargas de la bobina al condensador y viceversa se llama oscilación, por su acción similar a la de un péndulo. Se obtiene así un fenómeno eléctrico alternado que hace aplicar a la grilla una pequeña tensión alterna.

En el circuito de placa hay una bobina que está muy cerca de la L de grilla, por lo cual las dos bobinas funcionan como un transformador, obteniéndose en el circuito de placa una tensión alterna de igual frecuencia que la de grilla, pero mucho mayor por el efecto de amplificación de la válvula. Para aplicar esta tensión de salida al circuito de utilización, debe insertarse en serie un condensador para evitar que juntamente con la alterna se aplique la continua de la batería o fuente de placa.

En el circuito de la figura 75 hay otros elementos, como son una resistencia y un condensador adicional en el circuito de grilla, que sirven para dar a este electrodo la carga negativa que necesita, y el condensador evita que la batería de grilla se descargue por el alambre de la bobina L.

La frecuencia de la tensión alterna obtenida en este oscilador depende de los valores de la bobina L y del condensador C, y es una cantidad fija. Si se quiere hacer un oscilador de frecuencia

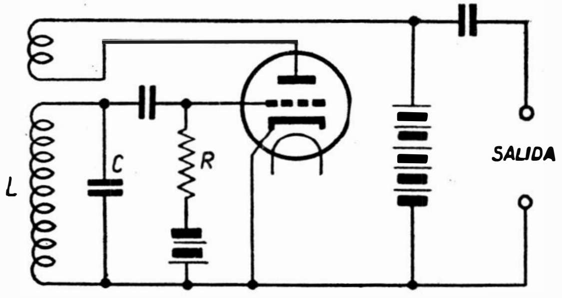


Fig. 75. — Circuito de un oscilador o generador de señales o corrientes de R. F.

variable, se coloca en C un condensador variable, de modo que cambiando la capacidad se cambia también la frecuencia producida.

Un oscilador como el descrito, o de otro tipo, pues hay de diferentes clases, es el elemento principal en un transmisor, ya que genera la onda portadora de R. F. que se envía a la antena, después de haberla modulado con la A. F. según sabemos.

Otras funciones de las válvulas

Además de rectificar, amplificar y oscilar, que son las tres funciones más importantes de las válvulas electrónicas, pueden éstas desempeñar otras

accesorias, entre ellas la de "*modular*", para lo que habrá que inyectar en la onda portadora de R. F. una corriente de audiofrecuencia.

La modulación se realiza con el circuito de la figura 76, donde se ve que a la grilla de un triodo amplificador de R. F. se le aplica un oscilador o generador de tensión de R. F., o sea que se aplica a la grilla la onda portadora, cuyo gráfico es el (1) de la figura. Esta señal es amplificada por la válvula y en el circuito de placa resulta una tensión mayor de R. F., que se envía a la antena mediante un transformador de R. F., sin núcleo de hierro. Pero en el circuito de la corriente de placa se ha insertado un transformador de audiofrecuencia, cuyo primario está en serie con el micrófono. Las tensiones de audio que aparecen en el secundario (según curva 2), hacen variar la co-

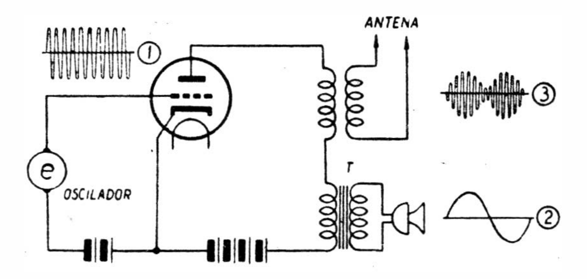


FIG. 76. — Circuito del modulador de un transmisor. La corriente de audio modifica la señal de R. F. producida por el oscilador.

rriente de placa produciendo alteraciones en los valores de cresta de la portadora, o sea modulándola. Obsérvese que el transformador T de modulación lleva núcleo de hierro. Las moduladoras de los transmisores grandes tienen otros elementos, pero no se altera el principio general que hemos explicado y que se ve en las curvas que representan las ondas en cada sección del modulador, o sea: en grilla, curva (1), una señal de R. F. de crestas o amplitudes constantes; en el primario del transformador T, una corriente de audio obtenida del micrófono curva (2), y, finalmente, en la antena, una señal de R. F. modulada, con crestas que siguen la forma de variación de esa corriente de audio, como muestra la curva (3).

Otra función accesoria la constituyen las válvulas indicadoras visuales de sintonía, válvulas especiales que producen una iluminación fosforescente que se puede observar en su cabeza o parte superior. Esa iluminación deja un sector de sombra que se reduce o agranda al funcionar la válvula, llegando a desaparecer casi cuando el ajuste del circuito es correcto (fig. 77). Se emplea en los receptores para acusar el momento en que se ha sintonizado correctamente una estación. Sobre este punto volveremos más adelante cuando nos ocupemos del receptor y su circuito.

Otras funciones de las válvulas son menos frecuentes que las ya vistas, y entre ellas podemos



FIG. 77. — Vista de frente de un indicador visual de sintonía.

citar la inversión de fase, la regulación de tensión, la supresión de ruidos, etc., todas ellas de carácter auxiliar, y que en la mayoría de los casos no son más que derivaciones de las misiones principales ya explicadas. Más adelante volveremos detalladamente sobre todas las funciones de las válvulas, al referirnos a sus circuitos de aplicación.

Otras formas de alimentar válvulas

Con el argumento de que un receptor pueda servir tanto en corriente continua como en alternada pero atendiendo en realidad a razones económicas se emplea mucho la llamada fuente de alimentación "*de ambas corrientes*" cuyo esquema general se ve en la figura 78. En este caso no puede emplearse transformador porque con corriente continua no funciona. Además se suprime así el elemento más costoso de la fuente. Se emplea en este caso una rectificadora de media onda simple diodo V que de ser doble diodo habrá que unir las dos placas en paralelo. Como la mayoría de estas válvulas están previstas para tensiones menores que 220 Volt. en nuestro

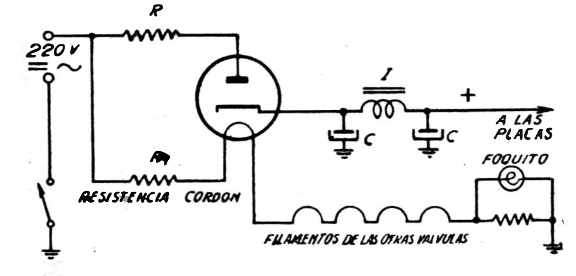


FIG. 78. — Esquema general de una fuente de alimentación de *ambas corrientes*, es decir que puede ser conectada tanto en continua como en alternada.

país hay que conectarles una resistencia R en serie cuyo valor es de alrededor de 100 Ohm y que debe ser de alambre porque soporta el pasaje de toda la corriente de alimentación de placas del receptor.

Del cátodo de la válvula rectificadora se toma la tensión positiva para las placas y pantallas mediante la intercalación del conocido filtro formado por la impedancia I los dos condensadores electrolíticos C que son los mismos que explicamos para la figura 66. La tensión positiva que resulta de esta fuente, no puede ser mayor que unos 200 a 230 Volt ya que no hay transformador elevador de tensión. No debe extrañar que puedan obtenerse más de 220 Volt, que son los que aplicamos a la entrada porque esta cifra de 220 no se refiere al valor de cresta de la tensión alternada sino a una especie de promedio. El valor de cresta de la tensión alternada de la red eléctrica es 308 Volt.

Los filamentos del receptor deben ser alimentados todos en serie por lo cual deben consumir la misma intensidad de corriente. Como la suma de tensiones de todas las válvulas más la rectificadora no alcanza a la cifra de 220 Volt se intercala una resistencia R que generalmente está contenida en el cordón de alimentación. Su valor debe estar calculado para compensar la diferencia hasta los nombrados 220 Volt. La serie incluye un foquito para iluminar el dial que lleva en paralelo una resistencia de alambre, porque como se queman con frecuencia el receptor quedaría sin funcionar; la resistencia cierra el circuito aunque el dial quede a oscuras. La llave de encendido y apagado queda insertada en la conexión a masa del otro borne de la tensión de entrada que de acuerdo con los símbolos indicados en la figura puede ser continua o alternada.

Otro tipo de fuente de alimentación que se lea en equipos portátiles, es decir aquellos que se llevan para viajes, excursiones, etc. donde no hay fuentes eléctricas disponibles es la que se ilustra en la figura 79. Es el caso de los

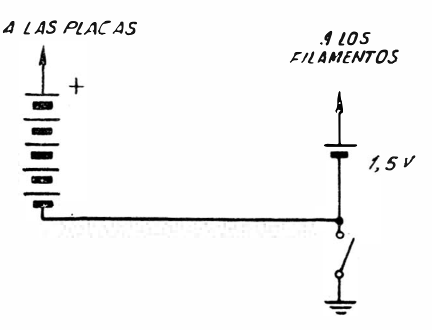


Fig. 79. — Conjunto de batería y pila para alimentar equipos portátiles.

equipos alimentados a pilas y baterías. El conjunto comprende una pila para los filamentos de las válvulas, que como requieren 1,4 Volt, pues son especiales para esta finalidad permiten el empleo de una unidad seca de 1,5 Volt compensándose la diferencia por las pérdidas en los cables. La batería para las placas suministra una tensión que es de 45, de 67,5 o de 90 Volt. Generalmente ambas unidades son de fácil recambio pues no hay que conectarlas sino que están provistas de contactos elásticos. Al colocarlas en las cavidades especiales que poseen los receptores quedan automáticamente en servicio y su conexión o desconexión se hace con una llave simple que se conecta como se ve en la figura. Más adelante nos ocuparemos de otros tipos de fuentes de alimentación.

Al lector:

El tema tratado en nuestro tercer día es uno de los más interesantes que nosotros debemos abordar: las válvulas de radio. Cuando observamos el interior de nuestro receptor y vemos esos bulbos de vidrio o de metal, que son los elementos más utiles que posee, ahora ya no nos quedaremos pensando en su misterioso interior, pues sabemos qué es lo que hay adentro de las mismas, y para qué sirve cada uno de los elementos que están allí...

En resumen, que si adquirimos un manual de válvulas, en el cual se encuentran las características de todos los modelos que existen, ya podemos entender lo que allí dice, y ya no nos parecerá tan extraño el idioma de sus símbolos. Claro que para poder encarar el conocimiento de un equipo completo hay que conocer otras cosas, pero eso es precisamente lo que nos proponemos hacer a continuación, en nuestra próxima jornada. Estudiaremos los materiales de radio, excluyendo, por supuesto a las válvulas. Pero entremos en materia.

Día 4

LOS MATERIALES DE RADIO

Para poder construir un equipo receptor, es menester previamente ocuparse de los materiales con los cuales será armado. También es importante saber elegir convenientemente esos materiales para conseguir mejores resultados. Haremos una breve descripción de todos los elementos que integran un receptor, dando los detalles prácticos para su elección e identificación.

Las resistencias

Ya sabemos que en Radio se han generalizado dos tipos de resistencias fijas, que se llaman "*de carbón*" y "*de alambre*". Las de carbón están hechas con una pasta o composición, mezcla de material conductor y aislante en proporción que varía según el valor que se le quiera dar a la resistencia.

Primitivamente, en los tipos más comunes, se imprimía sobre el cilindro que forma la resistencia (fig. 80), el valor de la resistencia en

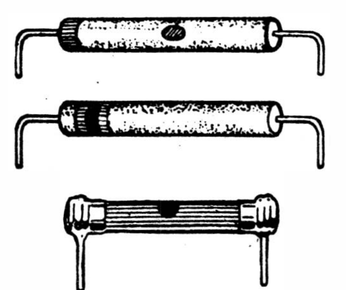


FIG. 80. — Aspecto típico de algunas resistencias de carbón. Obsérvese las indicaciones que corresponden a los colores convencionales.

Ohm, pero el calor que se produce cuando están conectadas borraba la leyenda por lo que se adoptó el "*código de colores*". Consiste en formar la cifra del valor en Ohm con tres partes, cada una de las cuales corresponde a un color. En la serie de colores se interpreta uno a continuación del otro, y pueden estar localizados en la coloración del cuerpo de la resistencia, la cabeza de la misma y un punto central como se ve en la parte de arriba de la figura 80, o con tres franjas coloreadas que se leen colocando ese extremo a la izquierda y leyendo en su orden, como se ve en la figura, la segunda resistencia. Por ejemplo, si toda la resistencia está pintada de rojo, el extremo de verde y el punto de amarillo, se lee rojo-verde-amarillo. En el caso de las franjas, éste es el orden en que están las tres franjas de color. En la siguiente tabla se da la equivalencia entre los colores y los números que le correspondan:

Color	En el cuerpo o en la primera franja	En la cabeza o en la segunda franja	En el punto o en la tercera franja
Negro	0	0	ningún cero
Marrón	1	1	0
Rojo	2	2	00
Narania	3	3	000
Amarillo ...	4	4	000.0
Verde	5	5	000.00
Azul	6	6	000.000
Violeta	7	7	000.000.0
Gris	8	8	000.000.00
Blanco	9	9	000.000.000

Veamos cómo se interpreta el cuadro que antecede. Tomemos el ejemplo dado más arriba, que era rojo-verde-amarillo. Vamos a la tabla y vemos:

Color:	rojo	verde	amarillo
Equivale:	2	5	0000

Resulta, por simple lectura, que la resistencia tiene 250.000 Ohm. Si tuviésemos una resistencia con la primera franja violeta, la segunda verde y la tercera negra, deducimos:

Color:	violeta	verde	negro
Equivale:	7	5	—

Y nuestra resistencia vale 75 Ohm.

Las resistencias de carbón vienen en varios tamaños, según el calor que deben disipar. Las más comunes son ¼, ½, 1 y 2 Watt. Para elegirlas puede seguirse la regla general que sigue:

Para circuitos de grilla en general úsese ¼ ó ½ Watt.
Para circuitos de placa y pantalla en R. F. y F. I. úsese ½ ó 1 Watt.
Para circuitos de cátodo en R. F. y F. I. úsese ½ ó 1 Watt.
Para circuitos de placa y pantalla en A. F. úsese 1 ó 2 Watt.
Para circuitos de cátodos en A. F., siempre que no sean amplificadores finales, úsese 1 ó 2 Watt.
Para el circuito de cátodo del amplificador final úsese 5 Watt de carbón o de alambre, como mínimo.

Pasamos ahora a las resistencias de alambre, las cuales se utilizan menos que las de carbón, y cuya forma general puede verse en la figura 81. Se

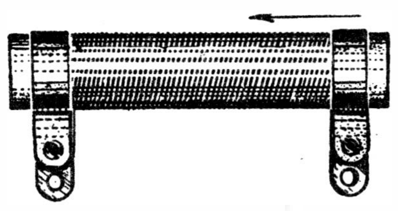


Fig. 81. — Aspecto típico de una resistencia de alambre con sus bridas en los extremos.

las emplea en el cátodo en la amplificadora final, y a veces en la fuente de alimentación, en serie con la salida del filtro, para rebajar la tensión si ésta es excesiva. En los receptores con alimentación de ambas corrientes se emplea también en serie con la placa de la rectificadora, como protección.

El valor de las resistencias de alambre viene indicado en la caja, pero ocurre que generalmente hay que ajustarlos exactamente al valor que se desea. Para ello sus dos extremos están provistos de unas bridas corredizas, aseguradas con un tornillo. Aflojando la tuerca y corriendo la brida se obtiene el valor que se desea.

Una forma práctica de obtener el valor de Ohm deseado, cuando no se dispone de instrumentos adecuados, es la siguiente:

Multiplicando la longitud total en milímetros por el valor en Ohm que se desea tener y dividiendo ese resultado por el valor total en Ohm, se tiene la longitud en milímetros a que debe ajustarse la brida.

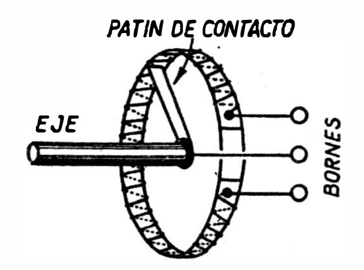
Veamos un caso como ejemplo. Supongamos que en un circuito se requiera una resistencia de alambre de 425 Ohm. Al querer adquirirla nos darán una de 500 Ohm. Medimos la longitud total entre las dos bridas y nos da 36 mm. Luego hacemos el cálculo indicado más arriba y resulta: 36 multiplicado por 425 da 15300, que dividido por 500 es 30,6 milímetros. Esta es la longitud útil que nos debe quedar después de correr la brida y ajustarla.

Las resistencias de alambre se construyen para disipaciones de calor de 5 Watt, 10 Watt, 25 Watt, 50 Watt, etc., y su tamaño depende de este detalle.

Las resistencias variables

Muchas veces en Radio se desea variar el valor de una resistencia para aumentar o disminuir la intensidad de corriente en el circuito o para hacer eso mismo con la caída de tensión. Si esa variación fuera necesaria de cuando en cuando, se podría tomar una resistencia de alambre y correrle la brida, pero si la operación es frecuente no resulta cómoda.

Para tal fin se construyen resistencias variables, que pueden ser de dos tipos. La idea inicial es hacer una resistencia de alambre y colocar una lámina metálica elástica que se deslice sobre ella, haciendo contacto con el alambre. Esa lámina se llama cursor, y está unida a uno de los bornes de la resistencia. De este modo los dos bornes ya no son los dos extremos del alambre, sino uno de esos extremos y el cursor. Es como si la brida corrediza se construyera de tal modo que puede deslizarse con facilidad, haciendo contacto con



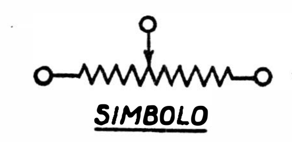


Fig. 82. — Una resistencia variable circular denominada reóstato. Abajo, el símbolo usado en esquemas.

el alambre. La resistencia tiene un valor comprendido entre un extremo y el cursor. En la parte inferior de la figura se muestra el símbolo usado

en los esquemas para representar una resistencia variable.

Para mover este cursor se le pone una manija de material aislante y una guía que lo mantenga

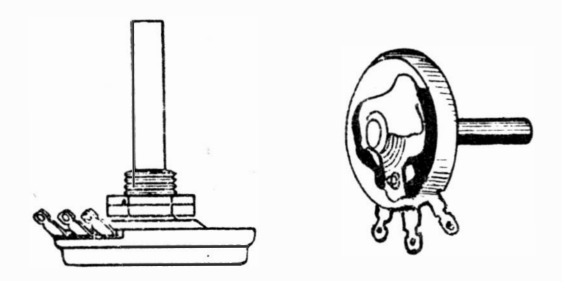


Fig. 83. — Aspecto de un potenciómetro o resistencia variable.

haciendo presión sobre el alambre. Este tipo de resistencia variable no se usa casi en Radio.

Una forma más comoda de hacer resistencias variables es arrollar el alambre sobre una tira de material aislante, y después cerrar esa tira formando un círculo, tal como se muestra en la figura 82. La lámina deslizante o cursor tiene idéntico fin que antes, pero en lugar de moverse según la recta, se le hace girar mediante un eje, al cual se le adosa un botón o mando. Esta resistencia variable se llama en Radio "*potenciómetro*" (a veces *reóstato*) y puede ser de alambre o de carbón. El de alambre ya se ha descrito. El de carbón tiene la tira de material aislante y adherida a ella una capa de carbón.

Los potenciómetros son utilizados como controles de volumen y de tono, y su aspecto general puede verse en la figura 83. Tiene un eje al cual se fija el botón en el frente del panel del receptor, mediante orficios por los que pasa el eje y pueda

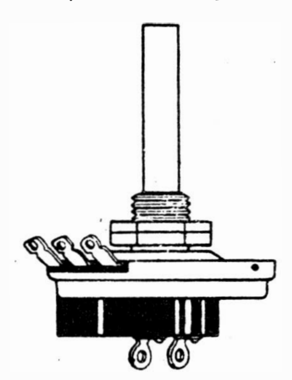


Fig. 84. — Vista de un potenciómetro con interruptor.

girar libremente. Tienen tres terminales, que corresponden: uno al cursor o contacto intermedio y uno a cada extremo de la resistencia.

En la figura 84 se muestra un potenciómetro combinado con una llave simple o interruptor

Esta llave es la que enciende todo el receptor, cerrando el circuito del primario del transformador para conectarlo a la línea de la red.

Las conexiones de esta llave son completamente independientes del potenciómetro y tiene para ello dos bornes adicionales.

Los condensadores para Radio

Veamos ahora cómo se construyen los condensadores para Radio, según sus aplicaciones. Por de pronto hay tres tipos distintos: los de mica, los de papel y los electrolíticos. Veamos cómo se distinguen cada uno de ellos.

Lo primero que debe explicarse es qué efecto produce en un condensador el material contenido entre las dos placas. En la figura 22 se dibujó un condesador entre cuyas placas había aire. El aire es un gas, pero puede ser considerado como un material cualquiera. En la práctica un condensador de este tipo se llama "*de aire*". Pero experi-

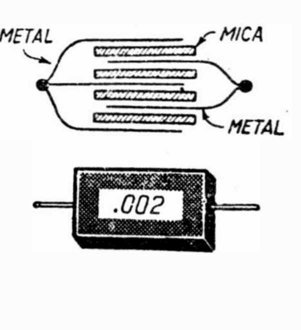




Fig. 85. — Principio constructivo, aspecto exterior y símbolo eléctrico de un condensador de mica.

mentando se encontró que si se colocaba entre las dos placas un material aislante, se aumentaba la propiedad condesadora, es decir, la capacidad de acumular cargas eléctricas. Por tal razón, a la propiedad condensadora se la llama "*capacidad eléctrica*" y los condensadores tienen su capacidad medida en "*microfarad*". El término microfarad quiere decir un millonésimo de farad, que era la primitiva medida de capacidad, pero que no resultó práctica.

De acuerdo con ello, si a un condensador se le coloca una lámina de mica, por ejemplo, entre sus placas, se aumenta su capacidad, es decir, tiene más microfaradios. Aquí surge el tipo de condensadores llamados "*de mica*". A la sustancia colocada entre las placas se le llama "*dieléctrico*", de modo que los condensadores de mica tienen dieléctrico de mica.

Hemos dicho que la propiedad condensadora, que ahora llamamos capacidad, era mayor si las placas eran más grandes, pero ello se puede lograr

si se ponen varias placas unidas entre sí, como se muestra en la figura 85. En la parte inferior se ve el símbolo usado en los esquemas para representar un condensador. Este es el aspecto constructivo de los condensadores de mica. En ellos se aumenta la superficie, para lograr más capacidad, disponiendo las placas como las hojas de un libro, y colocando entre ellas hojas de mica. Cada librito forma una de las placas o armaduras del condensador, y el conjunto se moldea con bakelita para formar un block único, con dos alambres que salen para conectarlo al circuito.

Los condensadores de mica tienen capacidades muy pequeñas, siendo usuales las de valores comprendidos entre 0,00005 y 0,01 de microfarad. Como estas cantidades son incómodas por tener muchos decimales, suele tomarse como medida la millonésima parte del microfarad, que se llama micro-micro-farad o pico-farad. En los textos, el microfarad se abrevia *µF* y el picofarad *pF*. Así, los condensadores de mica se construyen entre los siguientes límites:

desde 0,00005 µF a 0,01 µF
desde 50 pF a 10.000 pF

Obsérvese la mayor comodidad de las cifras últimas, que se obtienen multiplicando las anteriores por un millón.

Los condensadores de mica son como el que ilustra la figura 86 y su valor puede venir estam-

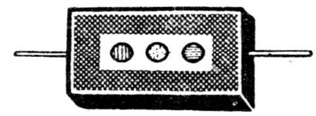


FIG. 86. — Los condensadores de mica tienen colores para marcar el valor de la capacidad.

pado en la bakelita o traen tres círculos de color en la parte superior o inferior. Para leer el valor de la capacidad se utiliza la tabla dada para las resistencias y se interpreta colocando el condensador con los colores para abajo y leyendo las tres cifras. Cuando los colores van arriba, tienen una flecha para indicar el orden en que deben leerse. El resultado se obtiene en micro-micro-farad. Por ejemplo, un condensador de mica con los tres puntos de color marrón-verde-marrón, se lee:

marrón	verde	marrón
1	5	0

Resultando de 150 µµF, o sea, dividiendo por un millón, 0,00015 µF.

Cuando se desean condensadores de mayor capacidad se tienen los de *papel*, así llamados porque el material dieléctrico es una tira de papel parafinado o aceitado. Se los fabrica tomando dos láminas delgadas de papel de estaño y colocando entre las mismas el papel parafinado. El conjunto se arrolla formando un cilindro, tal como se ve

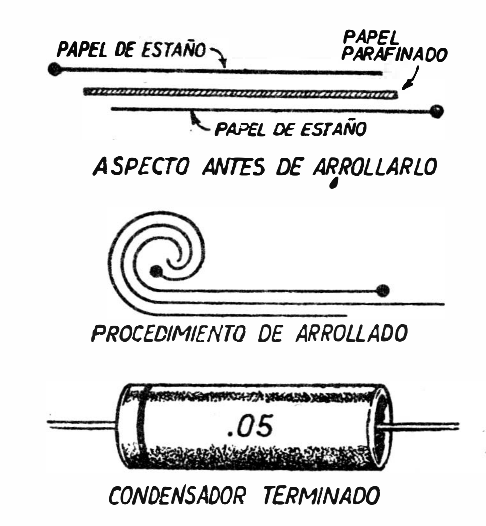


FIG. 87. — Construcción y aspecto exterior de un condensador de papel.

en la figura 87, saliendo por los extremos los alambres, uno unido a cada tira de estaño, que sirven para conectarlo al circuito. El símbolo es igual que para los de mica. Los más usuales tienen capacidades entre:

0,01 µF y 1 µF

En uno de los extremos del condensador puede verse una franja o línea oscura. Ella indica que ese extremo es el que debe ir conectado a chasis o masa en los circuitos.

El tercer tipo de condensadores es el llamado electrolítico, y los hay de dos clases distintas: *húmedos y líquidos*. Los primeros, también llamados secos, son parecidos a los de papel, pero en vez de la tira de papel tienen una cinta empapada con una substancia química que aumenta consi-

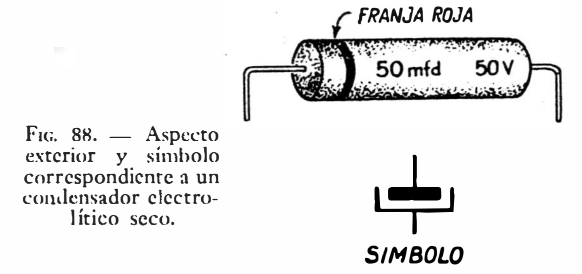


FIG. 88. — Aspecto exterior y símbolo correspondiente a un condensador electrolítico seco.

derablemente la capacidad. Su construcción es muy similar a la indicada en la figura 87, con la diferencia que uno de los extremos tiene una línea roja, como se ve en la figura 88. Otras veces

tienen indicado en un extremo el signo +. Además, el símbolo es distinto, según se muestra abajo. Esto se debe a que los condensadores electrolíticos son polarizados, es decir, que uno de sus extremos o alambres debe conectarse al polo positivo del circuito y el otro al negativo, no pudiendo invertirse las conexiones porque no funcionarían. En este aspecto se asemejan a las pilas eléctricas, pues tienen dos polos distintos. En el símbolo la raya gruesa central corresponde al polo positivo, y la fina exterior al polo negativo. En cambio, en los otros tipos de condensadores y en

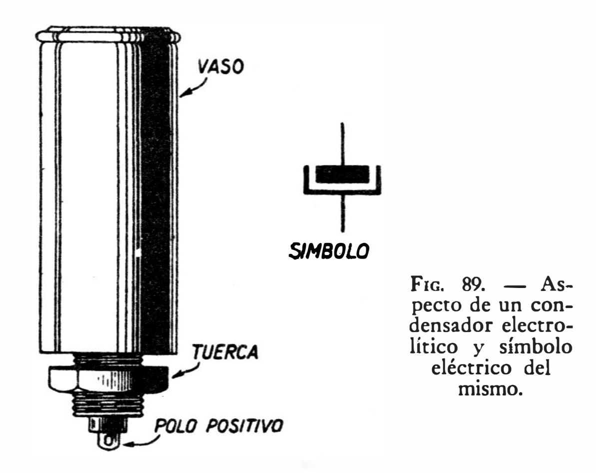


FIG. 89. — Aspecto de un condensador electrolítico y símbolo eléctrico del mismo.

las resistencias no se diferencian sus extremos con indicaciones de polaridad, de modo que puede conectarse cualquiera de sus alambres terminales al positivo del circuito.

Los condensadores electrolíticos líquidos son completamente diferentes, pues tienen un cilindro metálico que sirve de paso para el líquido que oficia como dieléctrico, y en el centro de ese cilindro se coloca un cuerpo metálico que forma el polo positivo y que queda sumergido. El vaso metálico forma el polo negativo, como en las pilas, según se ve en la figura 89. El símbolo de estos condensadores es igual que el de los electrolíticos secos, indicándose los condensadores en la forma ya explicada.

Los condensadores electrolíticos tienen mayor capacidad que los de mica y los de papel, pues se los encuentra con valores de:

8 μF a 100 μF

Como detalle importante es de advertir que los condensadores electrolíticos líquidos deben trabajar siempre en posición vertical, mientras que todos los demás tipos no requieren esa condición. Esto se debe a que el líquido debe cubrir al electrodo positivo.

La tensión en los condensadores

Si en el condensador de la figura 22 acercamos mucho las placas, las fuerzas eléctricas actuantes harán que los electrones de la placa derecha salten hacia la placa izquierda atraídos por los átomos incompletos. Esto no es otra cosa que una descarga brusca, o sea una chispa eléctrica, y el condensador queda descargado. Si entre las placas hay aire, no se producen más consecuencias, pero si hay mica, papel o sustancias químicas, la chispa las quema, quedando inutilizado el condensador.

Así, pues, en todo condensador hay que guardar cierta distancia entre las placas, cuidando que las fuerzas eléctricas no sean muy grandes. En otras palabras, para una determinada distancia entre placas no debe aplicarse una tensión eléctrica mayor que la que indica la fábrica del condensador. Por consiguiente, no se deberá colocar un condensador de papel que tiene marcado 400 V, en circuitos donde la tensión sea mayor de 400 Volt. Es común en la práctica usar la expresión "voltaje de trabajo" abreviado *V. D. T.* para indicar la tensión eléctrica límite. Es prudente mantenerse por debajo de esos límites, porque por cualquier circunstancia la tensión puede elevarse, es decir, producirse una "*sobretensión*" y el condensador se perfora. En la práctica, para circuitos donde hay tensiones de 250 Volt. por ejemplo, se usan condensadores marcados por 400 Volt.

Hay entonces dos cifras en los condensadores: una es la capacidad dada en microfarad y otra es la tensión límite, dada en Volt. Ambas deben ser tenidas en cuenta en los circuitos de Radio. En las listas de materiales se especifica esto así: 25 μF × 50 V, por ejemplo.

Los condensadores variables

Cuando hablamos de resistencias eléctricas, vimos que las había fijas y variables. En materia de condensadores ocurre lo mismo: hay fijos y variables. Los fijos ya los conocemos, de modo que hablaremos de los variables. Hay dos formas de variar la capacidad de un condensador: alterando la distancia entre placas o alterando la superficie de las mismas. En efecto, si tomamos el condensador de la figura 22 y acercamos o alejamos las placas, el fenómeno de inducción será distinto. Poniéndolas más cerca tendremos más capacidad y más lejos, menos. Bajo este principio se construyen los condensadores variables, ilustrados en la figura 90. El símbolo que se muestra en la parte inferior de la figura corresponde a este tipo de condensador variable, llamado "*trimer*", el cual está formado por dos placas metálicas, una fija y otra variable mediante un tornillo. Entre ellas hay

una lámina de mica. De manera que un trimer es un condensador variable de mica. Si en vez de dos placas solas se colocan varias, formando dos libritos, se tiene el condensador que en Radio suele denominarse "*pader*", no por su construcción sino por su aplicación en los circuitos.

Los trimers son condensadores cuya variación de capacidad no es frecuente, y se los construye para ajuste de circuitos. Para tal fin, cuando debe hacerse el ajuste o *calibración* del circuito, se hace girar el tornillo con un destornillador. Para los casos en que haya que variar frecuentemente la capacidad de un condensador, se construyen los del otro tipo, o sea por variación de superficie. A este fin, supongamos que colocamos al condensador de la figura 22 y corremos una de las placas hacia un costado sin alterar la distancia entre ellas. Es decir, que en lugar del movimiento que se produce en el trimer, asimilable a una puerta común con bisagras, tenemos el de una puerta corrediza. La parte de placa que no queda frente a la otra no se aprovecha para la condensación de cargas, puesto que al no haber enfrente cargas de signo contrario, no hay fuerzas eléctricas. La parte útil del condensador es la que corresponde al enfrentamiento de placas.

Constructivamente no se hace el desplazamiento lateral sino giratorio, como se ve en la figura 91. El símbolo para los esquemas es ahora diferente, empleándose una línea recta y otra curva con una flecha, de modo distinto al símbolo de los trimers que se vió en la figura 90. Una de las pla-

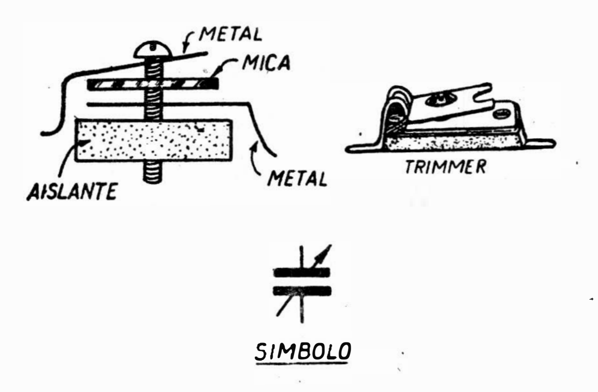


Fig. 90. — Aspecto constructivo de un condensador variable "ajustable", llamado trimer. Abajo, el símbolo correspondiente.

cas es fija y la otra puede girarse mediante el eje. Cuando los dos medios discos están colocados hacia abajo, la capacidad es máxima, porque quedan bien enfrentados; cuando el móvil se coloca arriba, dando media vuelta al eje, no hay capacidad, pues no hay enfrentamiento. Y para posiciones intermedias la capacidad tiene un valor menor que el máximo. Es lógico que las placas no pueden ser círculos completos porque en ese caso al girar el móvil no habría altera-

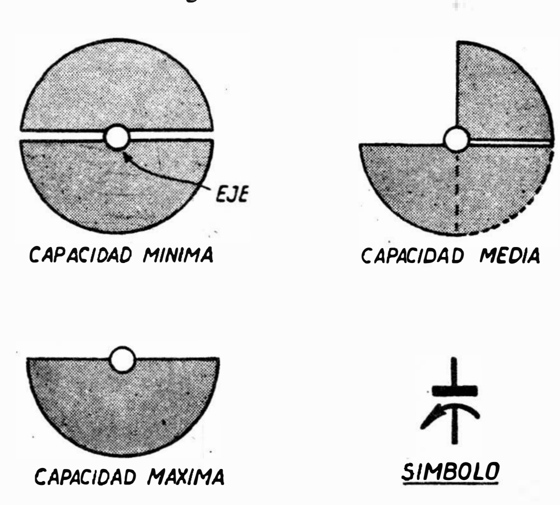


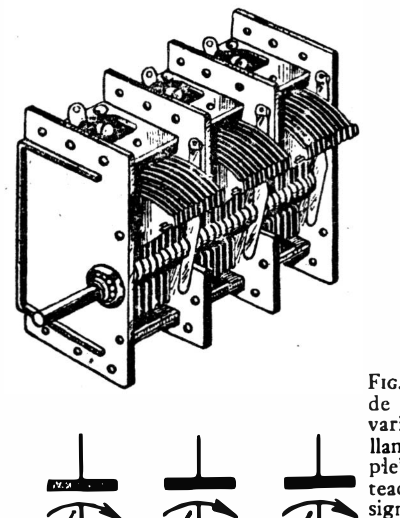
Fig. 91. — Forma de variar la capacidad por rotación de las placas. Abajo, el símbolo respectivo.

ción de la superficie enfrentada, sino que siempre se tendría capacidad completa. Por ello se les da la forma de medio círculo. En la práctica se ha modificado la forma un poco, porque las variaciones de capacidad deben seguir ciertas condiciones impuestas por las características del circuito.

La figura 92 muestra un modelo común de condensador variable que tiene tres secciones movidas por un mismo eje. En el símbolo se notan tres condensadores variables, y la línea punteada representa el mando solidario de los tres con un mismo eje. Además, cada sección tiene muchas placas, para tener mayor capacidad. Estos condensadores son los usuales en Radio, y por el montaje especial con un eje común que mueve a los tres condensadores variables, se llama "en tandem" o simplemente *tandem.* Nótese que con media vuelta del eje pasamos de la capacidad máxima, cuando las chapas móviles están completamente adentro, enfrentando en toda su superficie a las chapas fijas, a la capacidad nula, con las chapas móviles completamente afuera.

En la práctica no se puede conseguir capacidad nula en los condensadores variables, porque aun estando afuera las chapas móviles, sus bordes quedan muy cerca de las chapas fijas, con lo cual hay pequeña capacidad, llamada "*residual*". Los tandems comunes para receptores tienen generalmente una capacidad de 410 $\mu\mu F$, o

sea 410 pF, por sección. Los de dos secciones se llaman tandem dobles; los de tres, triples, y los de cuarto, cuádruples. La capacidad residual de un buen tandem es un 10 % de la capacidad máxima. Esto quiere decir que un tandem doble de dos secciones de 410 μμF cada una, o sea un tandem de 2 × 410 μμF, tendrá esta capacidad cuando las chapas móviles están dentro y tendrá



3 X 410 μμF

Fig. 92. — Aspecto de un condensador variable en tandem, llamado "tandem triple". Las líneas punteadas en el símbolo significan que el eje mueve simultáneamente las chapas de las tres secciones.

un 10 % de esta cifra, o sea 41 μμF por sección cuando las chapas móviles se han girado y están completamente afuera.

Las bobinas

Con el nombre genérico de "*juego de bobinas*" se designa en Radio al conjunto que contiene las bobinas de R. F., de F. I., la llave de cambio, los trimers y el pader. Sin embargo, no habría inconveniente en utilizar esos elementos sueltos, siempre que se cuide que haya la debida concordancia entre los mismos. Para evitar dificultades, las fábricas entregan todo el conjunto con un esquema indicativo, donde se distinguen los terminales mediante números y colores.

Veamos, por ejemplo, una bobina para R. F. como la que se ilustra en la figura 93. En este caso el alambre está arrollado en simple capa sobre el tubo de cartón, y los extremos de cada bobina están unidos a los terminales numerados de la base. Esta bobina hecha así, con espiras espaciadas, corresponde a onda corta, pues en onda larga tiene las espiras juntas o bobinados en ga-

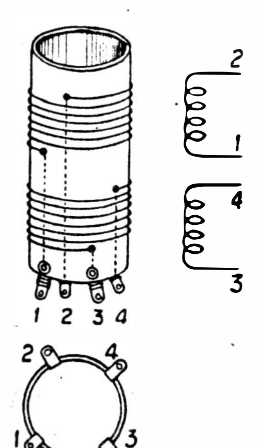


Fig. 93. — Una bobina para R. F. con su correspondiente esquema a la derecha y planta en la parte inferior.

lleta. En el esquema de la figura 93 puede verse cómo se identifican los terminales de los dos bobinados primario y secundario, mediante números y cómo están colocadas en la vista inferior del tubo.

En los esquemas prácticos de receptores habrá más números, pues si se trata de un circuito para dos bandas de onda, es lógico que se tengan varios bobinados, mas siempre pueden distinguirse bien todos los terminales correspondientes a cada bobina.

En la figura 94 puede verse un transformador de frecuencia intermedia (F. I.) mostrando los dos bobinados de galleta, primario y secundario con sus correspondientes trimers en paralelo. Los cuatro cables que permiten la conexión al resto del circuito tienen los colores que se indican en la figura y que siempre aparecen en los esquemas.

Una vez conectados los dos transformadores de F. I. y terminado el receptor, hay que ajustar los trimers para que queden sintonizados correctamente. Sobre esto hablaremos detalladamente en el tema de "*calibración*".

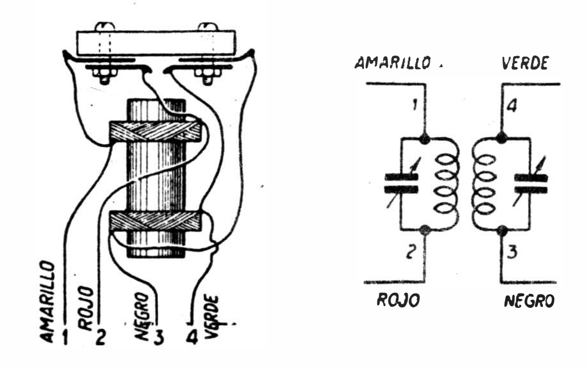


Fig. 94. — Un transformador de F. I. con su esquema de conexiones a la derecha.

El transformador de potencia

Con este nombre se identifica al clásico transformador que en los receptores para corriente alterna se conecta a la red de alumbrado por su primario y que tiene generalmente tres secundarios: uno para los filamentos de todas las válvulas, otro para el filamento de la rectificadora y el tercero para la rectificación, con sus extremos conectados a las dos placas de la rectificadora doble diodo y el punto medio unido a la masa. La figura 33 que vimos oportunamente ilustra un modelo común.

Obsérvese que en la parte inferior que penetra en un agujero rectangular que tiene el chasis, están los terminales con indicación de las tensiones que suministran y las corrientes máximas de consumo de cada bobinado. Es evidente que para un amplificador o un receptor que deba suministrar gran potencia sonora, el transformador será más grande que para un receptor común. Los circuitos para corriente continua o para ambas corrientes no llevan transformador, según ya sabemos.

Hay transformadores de otro tipo, que se colocan sobre el chasis y que en lugar de terminales para soldar los cables ya vienen con unos cables largos de distintos colores para conectar toda la fuente de alimentación. (Volvamos atrás y observemos la figura 32). En ellos el núcleo de hierro queda vertical en vez de horizontal. Generalmente ese tipo de transformadores se construye para amplificadores de gran potencia

El chasis

Una simple chapa de zinc, aluminio o hierro pintado o cromado doblada en forma de caja, con varios agujeros de distinta forma y tamaño, es lo que se denomina *chasis*. Como es metálico, se le utiliza como conductor del polo negativo general, soldando a él las conexiones, o atornillando piezas especiales a las cuales se harán las soldaduras de los cables. Este último detalle depende de la facilidad con que se pueda soldar el material del chasis, pues el aluminio, por ejemplo, presenta grande dificultades. Es evidente que es preferible la soldadura directa al chasis, pero en la práctica se puede utilizar como negativo en general una "*barra ómnibus*", que es un alambre de cobre estañado y grueso, el cual se suelda al chasis en sus dos extremos y se extiende por el interior del chasis; como las soldaduras a este alambre son fáciles, se soluciona el problema.

En la figura 95 puede verse un chasis para receptor de corriente alterna. Los agujeros ya vienen hechos y el problema consiste en adaptar en ellos los diversos componentes. Muchas veces sobran o faltan agujeros, porque los chasis se hacen según un modelo y luego hay que adaptarlos al circuito que se desea construir. El hecho de que sobren no implica ninguna molestia, pero la falta de agujeros crea un ploblema, pues hay que tener herramientas especiales. Sobre esto volveremos al ocuparnos del taller del montador de radio o radioarmador.

Para distribuir los componentes sobre el chasis hay que tener presente algunas reglas, pues si bien el transformador de potencia, los condensadores electrolíticos y el tandem tienen agujeros que no pueden confundirse, las válvulas y las bobinas llevan agujeros que son todos iguales, y pueden ocasionar confusiones. La distribución correcta es la que permite seguir la serie de etapas, comenzando por la bobina de antena, siguiendo con la válvula conversora, bobina osciladora y primer transformador de F. I., amplificadora de F. I., segundo transformador de F. I., válvula detectora y preamplificadora de audio y amplificador final. Desde la bobina de antena hasta el primer transformador de F. I., los elementos deben quedar en derredor del tandem, para efectuar conexiones cortas.

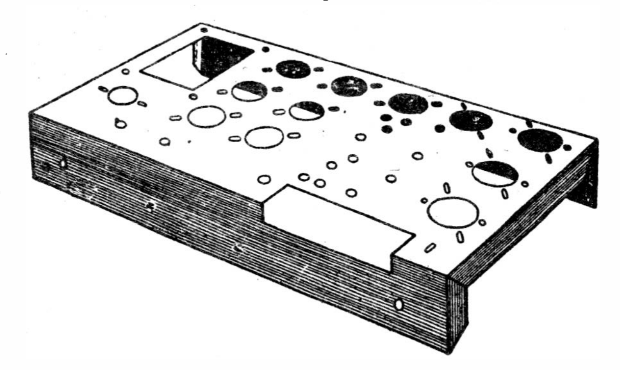


FIG. 95. — Aspecto típico de un chasis para un receptor de corriente alterna.

Al frente del chasis están los agujeros para el dial, los controles de tono y volumen y la llave de cambio de onda. En la parte de atrás están los agujeros para la salida del cable de alimentación y para las fichas de antena y del parlante. Sobre todos estos detalles hablaremos al estudiar prácticamente la construcción de un receptor.

Clavijas o fichas, bornes y accesorios

Para armar un receptor de radio hacen falta por razones de comodidad y buena presentación, una serie de accesorios que completan el equipo. Describiremos brevemente los más comunes para

conocerlos y saber utilizarlos cuando se monte el aparato.

Veamos al efecto la figura 96, que muestra algunos de los más importantes. En primer término tenemos la *ficha común* para conectar el aparato a la red de alimentación que nos es conocida porque se usa para todos los artefactos eléctricos. En seguida vemos la *ficha de 4 patas*, que se usa para conectar el parlante. Como éste tiene dos bobinados, el campo y la bobina móvil, llevará cuatro cables y por eso la ficha tiene cuatro patas.

Luego vemos la *ficha de antena*, que tiene dos bornes, uno para la antena y otro para la masa del receptor a la tierra exterior, que puede ser de cañería de agua, y tiene por objeto suprimir algunos ruidos parásitos que aparecen en la re-

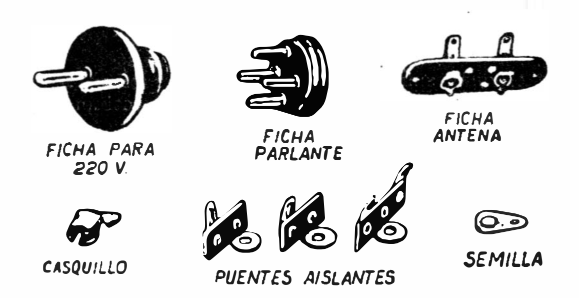


FIG. 96. — Accesorios típicos en un receptor de radio: fichas, casquillos, puentes aislantes y semillas.

cepción. Muchas veces no se hace esa conexión y queda sin utilizar un borne de esta ficha.

Vemos también un *casquillo de metal* que sirve para conectar la grilla de algunas válvulas que tienen en la parte superior un capacete metálico. En estas válvulas la grilla no está unida a una de las patas de la base, y entonces no se conecta en el zócalo. Este casquillo entra a presión en el capacete de la válvula y lleva un cable soldado para su conexión al circuito.

Más abajo se ve los *puentes aislantes*, que son unas piezas que se atornillan al chasis, y que tienen terminales aislados para soldar. Se colocan varios, repartidos en el interior del chasis, para acortar las conexiones largas o para los casos en que deben conectarse en puente varias conexiones volantes. Hay otras piezas metálicas que se atornillan al chasis. Se usan en los casos en que éstos son de material difícil de soldar. Apretándolas con un tornillo y tuerca contra el chasis reemplazan a la soldadura, y el cable se suelda al extremo libre de la pieza, que se denomina "*semilla*".

La figura 97 presenta otros accesorios, también muy utilizados en radio. Se ven en primer térmi-



FIG. 97. — Otros accesorios: perillas arandelas, tornillos y zapatas de tandem.

no las *perillas*, que se colocan en los extremos de los ejes del potenciómetro, tandem, llaves, etc. para hacerlos girar. Un tornillito lateral que tiene embutido permite asegurarlos a los ejes.

Hay también juegos de *arandelas* de goma y de metal para asegurar el tandem al chasis en forma "*flotante*". Con esto impide que las vibraciones del chasis provocadas por las ondas, hagan mover las chapas y alteren la sintonía del receptor, especialmente en onda corta, donde el ajuste de sintonización es muy crítico.

Luego se ven los *tornillos*, tanto los de cabeza en oreja, llamados "*zapatas*", para sujetar el tandem, como los de cabeza esférica que sirven para sujetar zócalos, transformadores, puentes aislantes, dial, etc.

En la figura 98 se muestran los diferentes tipos de alambres y cables que se usan en radio. En primer término vemos el *cable aislado* común para conexiones. En el centro se ve el *alambre de estaño* para soldar ("radio solder"), que es hueco y tiene resina en su interior para facilitar la soldadura. Al aplicar el soldador se funde el estaño y la resina, produciéndose la soldadura.

A la derecha, arriba se ve la *malla de blindaje*, que es un conductor hueco trenzado, que se emplea para forrar el cable de conexiones; sirve de blindaje y evita la influencia de los fenómenos magnéticos en las conexiones de grilla en audiofrecuencia. Esta malla se conecta al chasis y en los esquemas se indica con línea de puntos.

Abajo, a la derecha, vemos un rollo de *alam-*

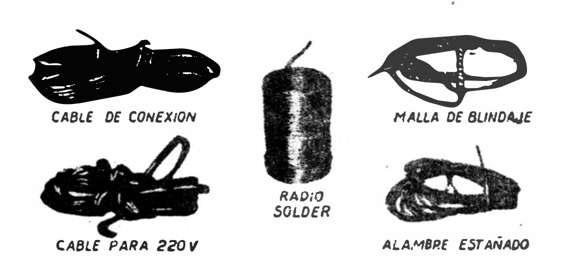


FIG. 98. — Alambres y cables más usados en Radio. Aparece la malla de blindaje y el alambre-soldadura.

bre estañado desnudo, que sirve para hacer puentes cortos, barra ómnibus, prolongaciones de terminales y especialmente las conexiones de la llave de cambio de banda de ondas, cuyos cables no deben ser flexibles para evitar la influencia de las vibraciones en el funcionamiento de onda corta, que es muy crítico.

Finalmente, a la izquierda, vemos un trozo de cable de *dos conductores aislados*, que sirve para conectar a la red el aparato. Este cable se conecta por un extremo a las dos patas de la ficha común y por el otro al primario del transformador de alimentación.

La llave de cambio de onda

Esta llave, puede verse en la figura 99, y consta de cuatro llaves simples con movimiento simultáneo mediante un eje. En receptores con *etapa de alta*, de los que nos ocuparemos más adelante, la llave de cambio de onda es de dos pisos en lugar de uno solo, y tiene ocho secciones simples; hay también llaves de tres y cuatro pisos, empleadas en receptores que tiene 3 ó 4 bandas de onda en lugar de dos solas. Estos receptores no son comunes, y se usan preferiblemente para servicio profesional.

Volviendo a nuestra llave, observemos en la figura 99 que tiene 12 terminales, correspondiendo tres a cada sección. Los terminales centrales de cada sección corresponden en el esquema al brazo de conexión y los de los costados a las bobinas. Hay que marcar los terminales, para utilizar todos los que quedan a un lado del central para onda larga y los del otro lado para onda

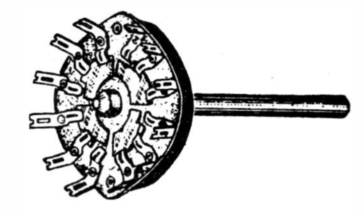


Fig. 99. — Aspecto de una llave de cambio de onda para un receptor.

corta, porque si no se procede así el receptor no funciona. Al explicar el armado del receptor volveremos sobre este detalle dando indicaciones prácticas.

El equipo de válvulas

Cuando se desea armar un receptor, deben elegirse las válvulas a emplear, adoptando un criterio electivo general que pasamos a explicar.

En primer lugar debemos saber qué fuente de alimentación tendremos disponible, para elegir la tensión de filamento de las válvulas. Si la red es de corriente alterna, nuestras válvulas serán de la serie de 6,3 Volt en filamento. Si la red es de continua o el receptor debe servir para

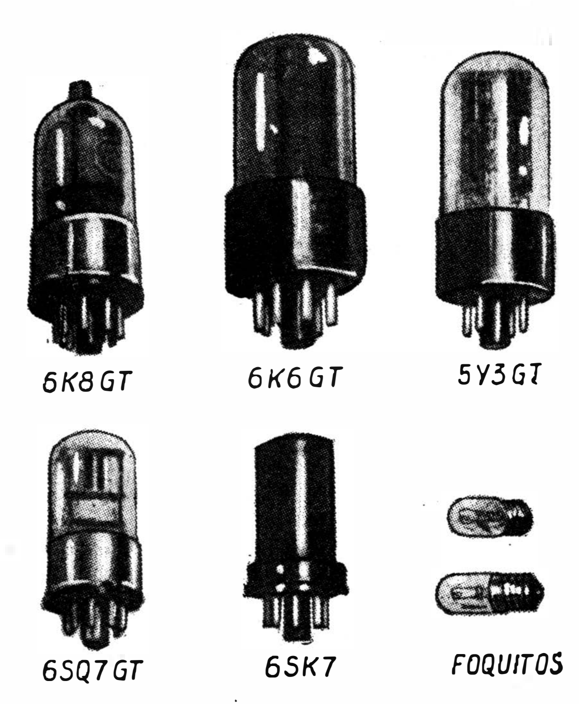


Fig. 100. — Equipo de válvulas para un receptor superheterodino alimentado por corriente alterna. Se ven también los foquitos para el dial.

ambas corrientes, se elegirán válvulas de la serie de 150 miliamper de consumo de filamento, correspondiendo a tensiones de 12,6 25, 35 ó 50 Volt en filamento. Si el aparato es para automóvil, donde se dispone de una batería de 6 Volt, también se elegirán válvulas de la serie 6,3 Volt en filamento. Y finalmente, si el receptor es portátil, alimentado a pilas o baterías, elegiremos válvulas de 1,4 Volt en filamento para alimentarlos con pilas secas de 1,5 Volt, tensión que es un poco mayor para compensar la caída en los cables.

Hagamos ahora una elección tipo atendiendo a las funciones a cumplir. La figura 100 muestra el juego de válvulas para un receptor de corriente alterna, formado por la serie 6K8 GT - 6SK7 - 6SQ7 GT - 6V6 GT - y 5Y3 GT. ¿Qué razones han determinado esta elección? Son varias, y entre ellas está la que responde a la existencia en plaza. La primera intención fué colocar todas las de la serie en tamaño reducido, a las cuales corresponde la terminación GT a la signatura característica. Como se ve, una de ellas es metálica, la 6SK7. La razón de preferir las de vidrio es

puramente personal, y lo del tamaño reducido es una tendencia moderna.

La primera válvula es la conversora, y actualmente la más usada es la 6K8 en metal y 6K8 GT en vidrio. La segunda es la amplificadora de F. I. y se usa la 6K7 ó 6K7 GT (metal y vidrio, respectivamente), si se quiere tener la conexión de grilla en el capacete superior, o las 6SK7 y 6SK7 GT si se desea la grilla conectada a la pata de la base. Esto último representa el ahorro de un casquillo y una conexión larga, pero exige precauciones al hacer las conexiones. Viene luego la detectora combinada con un triodo para audiofrecuencia, habiéndose elegido al 6SQ7 GT por ser la más común. Como pentodo amplificador de potencia se emplean comúnmente la 6F6, 6K6 y 6V6, metálicas. Las tres pueden ser de vidrio, y llevarán entonces el agregado GT a su símbolo. Si llevan solamente la G significa que serán de vidrio, pero en tamaño grande. De las tres, la última tiene la ventaja de llevar reflectores electrónicos, lo que la da mayor rendimiento.

Para la rectificadora, se emplea generalmente cualquiera de las que tienen 5 Volt en filamento. La más generalizada es la 80 o su versión moderna que es la 5Y3 ó la 5Y3 GT.

Si se tratara de un equipo para ambas corrientes la serie válvulas hubiera sido, por ejemplo: 12K8 GT - 12SK7 GT - 12SQ7 GT - 50L6 GT - 45Z5 GT. La cifra que se antepone a las letras indica la tensión de filamento, pero ya sabemos que en este caso debe cuidarse que la corriente de filamento sea la misma en todas las válvulas pues van conectadas en serie. En las propuestas, el consumo de los filamentos es en todas 150 miliamper, o sea 0,15 Amper.

En los esquemas prácticos de receptores o amplificadores se indican siempre las válvulas a emplear, de modo que esto no es problema.

La caja o gabinete

Mucho se podría hablar de la caja para colocar el receptor, pero sólo podemos ocuparnos del aspecto técnico, ya que el aspecto artístico pertenece a los gustos personales de cada uno.

Hay cajas de metal, de madera y de material plástico. Las de madera son las más comunes para receptores familiares. Hay también muebles de pie, que se emplean para aparatos combinados con tocadiscos, en la generalidad de los casos.

La condición técnica de una buena caja es la referente al espesor de las paredes, que deben ser gruesas para evitar o amortiguar la resonancia acústica. Además, es muy conveniente forrarla interiormente con material absorbente del sonido, como fieltro, celotéx, cartón acanalado, etc.

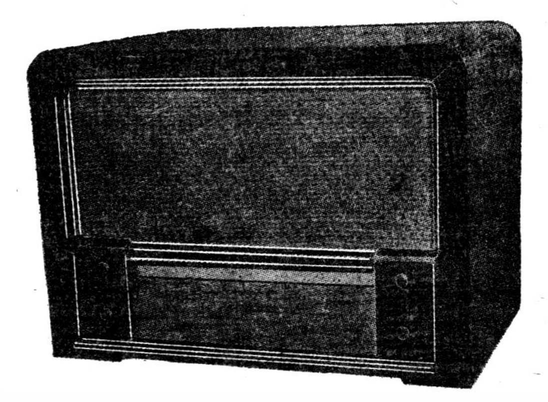


FIG. 101. — Una caja de madera para colocar el receptor de radio.

Esto se traduce en una mejora notable de la calidad tonal, especialmente en los sonidos graves.

La figura 101 muestra un gabinete.

El dial

Veamos un modelo de dial en la figura 102 Un dial tiene dos funciones distintas. Una es la de asignar una posición de sintonía a cada estación para sintonizarlas desde el frente del panel, ya que el tandem no se ve por estar dentro de la caja del receptor, y además no tiene graduaciones. La otra misión es la de multiplicar el movimiento del eje del tándem, de modo que para el desplazamiento total de este eje, que es sólo 180°, o sea media vuelta, sea necesario dar varias vueltas completas al botón de mando. Así el giro del tándem puede ser tan lento y gradual como se quiera y sus desplazamientos todo lo pequeños que exigen la precisión de sintonía.

El dial tendrá entonces un mecanismo de discos y poleas o engranajes, para conseguir ese objeto. Además, tiene una escala con graduaciones y una aguja indicadora. Generalmente esa escala se ilumina mediante una o dos lamparitas, que se alimentan con la misma tensión que llevan los filamentos de las válvulas del receptor.

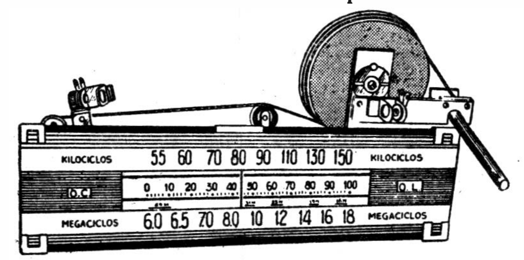


FIG. 102. — Modelo de dial para receptor de radio. Se sujeta al chasis mediante tornillos y el eje del tandem se fija al tambor giratorio.

Al lector:

Puesto que ya sabemos cómo funcionan las válvulas de radio, nos hemos dedicado a familiarizarnos con los materiales y elementos, a conocer las resistencias y condensadores de acuerdo con el código de colores, a discernir sobre qué tipo de ellos se usan en cada parte del circuito, y todos los demás detalles de interés que se presentan en la elección de los componentes de un receptor. Algunos de ellos son principales y otros son secundarios, pero todos tienen una misión que cumplir en un aparato radioeléctrico. En fin, conocemos los materiales de radio, y seguramente habremos adquirido algunos para observarlos El lector curioso habrá sacado de la caja su receptor para mirarlo por debajo y ver qué elementos tiene, deducir cuánto vale la resistencia de grilla del pentodo amplificador de potencia, por ejemplo, y otras cosas más...

Abordemos ahora el funcionamiento de los micrófonos, parlantes, etc. Al final de este día de labor, veremos lo que hemos aprendido.

Día 5

DISPOSITIVOS ELECTROACUSTICOS

Al hablar de las ondas, en nuestro segundo día, nos ocupamos brevemente de los dispositivos capaces de convertir ondas sonoras en corriente eléctrica y viceversa. Lo primero se consigue con el micrófono y lo segundo con los parlantes y teléfonos. Nos ocuparemos ahora de estos elementos un poco más detalladamente.

Micrófonos

Hay muchos tipos de micrófonos y tomaremos en primer lugar la explicación del funcionamiento del llamado "*micrófono a carbón*" por

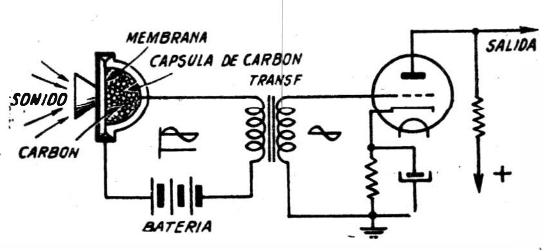


Fig. 103. — Esquema de conexiones correspondiente a un micrófono de carbón.

ser el más difundido, no tanto en radio, pero sí en los aparatos telefónicos. El mencionado micrófono puede verse en la figura 103 con su circuito de aplicación. En esencia tiene una cápsula semiesférica llena de pequeños granos de carbón mineral, oficiando de tapa de la misma una membrana circular muy elástica de metal. Todo el conjunto está contenido en una caja que tiene en el frente una boquilla en forma de bocina aunque los modelos modernos la han suprimido.

Cuando se habla frente a la boquilla la vibración del aire hace vibrar a su vez a la membrana y ésta comprime y descomprime los granos de carbón. Hasta aquí nada hay de particular en ese hecho, pero ocurre que la cápsula está conectada en serie con una batería y con el primario de un transformador. Mientras la membrana está quieta la corriente en este circuito es continua y constante, ofreciendo los granos de carbón cierta resistencia al pasaje de la misma. Cuando hay sonido varía la resistencia de contacto entre los granos por alterarse la presión de la membrana y esas alteraciones siguen las variaciones del sonido. La corriente en el circuito no deja de ser continua pero en vez de ser constante es variable tal como lo representa el pequeño gráfico que se ha dibujado frente al primario del transformador.

Habiendo corriente variable el flujo magnético en el núcleo del transformador será variable y se inducirá en el bobinado secundario una tensión variable. Esta tensión es alternada y su frecuencia y forma de variación coinciden con iguales características del sonido emitido frente al micrófono. Aplicando esta tensión a la entrada de grilla de la válvula podremos amplificarla cuanto se desee y así tenemos un amplificador de audiofrecuencia cuyo funcionamiento nos resulta conocido. La irregularidad de las variaciones de contacto entre los granos de carbón hacen que la reproducción del sonido no sea muy fiel por lo que este micrófono se emplea solamente para la voz y no para la música, lo que explica su uso en telefonía.

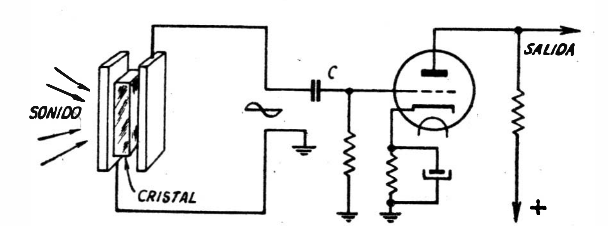


Fig. 104. — Esquema de conexiones correspondiente a un micrófono de cristal.

El micrófono más popular para sonido es el llamado "a cristal" cuyo circuito de aplicación se ve en la figura 104. Aparece allí una lámina de cristal de La Rochelle colocada entre dos placas delgadas de metal. Este cristal tiene la propiedad de que al sufrir compresiones genera una tensión eléctrica que sigue las variaciones de esas presiones. Si se emite sonido frente a una de las placas la vibración que el mismo ocasiona en ella se transmite al cristal, el cual generará una tensión alternada de audiofrecuencia que por aparecer entre las bases del cristal se toma directamente de ambas placas metálicas y se aplica a la entrada de grilla de una válvula amplificadora.

El cristal no debe ser sometido a tensiones continuas, por lo que para evitar que la tensión de grilla quede aplicada al mismo se intercala el condensador C, que permite perfectamente el paso de las señales de audiofrecuencia e impide que aparezca en el cristal la tensión continua de grilla.

El micrófono a cristal se ha popularizado en los amplificadores comunes y en los transmisores de aficionados pero no está considerado de gran fidelidad por lo que describiremos algunos de los modelos más perfectos. Por ejemplo tenemos el llamado micrófono "*de cinta*" o "*de velocidad*" cuya aplicación puede verse en la figura 105. Se trata de dos imanes de herradura colocados con las puntas encontradas en cuyo interior está sostenida una cinta de duraluminio, pero no estirada sino arrugada. Para tener una idea de la forma de la cinta imaginemos que la hemos

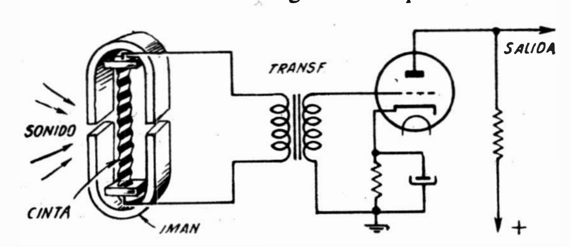


Fig. 105. — Esquema de conexiones correspondiente a un micrófono de cinta, también llamado *de velocidad*.

hecho pasar entre los dientes de un par de engranajes. Cuando se habla frente a la cinta, la misma vibra, y al hacerlo corta el campo magnético de los imanes por lo que inducirá en ella una pequeña tensión alternada cuya frecuencia y forma de variación responden a idénticas características del sonido emitido. Esa tensión no puede ser aplicada directamente a la grilla de una válvula porque la cinta tiene muy baja resistencia. Para eludir el inconveniente se intercala un transformador elevador que tiene muy pocas espiras en el primario y muchas en el secundario. De aquí en adelante el circuito amplificador no tiene ninguna particularidad como no sea el hecho de que por ser pequeña la tensión obtenida se necesitan más etapas amplificadoras. La calidad obtenida con este micrófono es excelente.

Otro micrófono de buena calidad es el llamado "*dinámico*" cuyo principio de aplicación se ve

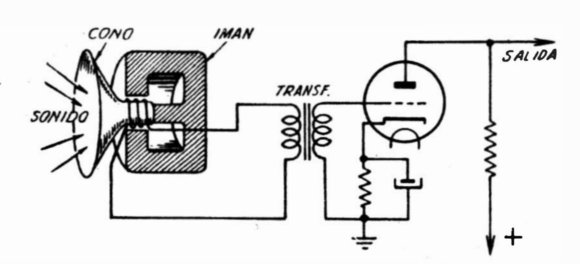


Fig. 106. — Esquema de conexiones correspondiente a un micrófono dinámico

en la figura 106. Consiste en un cono de cartón en cuyo vértice se encuentra un cilindro de menor diámetro que tiene arrollado un conductor formando una bobinita. Este cilindro puede moverse en el hueco que deja un imán que tiene su corte transversal en forma de letra E pero que es cerrado en forma de cápsula con un alma en el centro. Al hablar frente al cono la vibración se transmite a la bobinita, la que se desplaza en vaivén dentro del imán y por consiguiente al cortar las líneas de fuerza magnéticas del mismo provocará la inducción de una pequeña tensión alternada que responde a las características del sonido. Por ser pequeña la resistencia de la bobinita también en este caso hay que intercalar un transformador antes de llegar a la válvula amplificadora. No obstante, por tener varias espiras la bobina en lugar de una sola que sería la cinta del modelo anterior, la tensión de salida del micrófono dinámico es bastante mayor que el de cinta. o velocidad y su calidad de sonido es muy buena. Hoy día se emplean micrófonos que son combinaciones de los principios enunciados anteriormente y que sería largo de escribir aquí.

Parlantes

Ya sabemos cómo puede convertirse el sonido en una corriente eléctrica mediante un micrófono, que nos entrega lo que hemos llamado señal de audio. Tal señal es una tensión alternada cuya frecuencia y forma de variación coincide con las características del sonido captado. La enviamos a un amplificador para aumentarla

cuantas veces se desee e inclusive podemos obtener una corriente de audiofrecuencia que tenga potencia, es decir la suficiente energía para hacer vibrar una placa o membrana que produzca en el aire sonido o sea vibraciones sonoras. Lo que tenemos que hacer ahora es explicar cómo obtenemos tales vibraciones disponiendo de una corriente alternada de audio mediante un dispositivo denominado "*parlante*" o también "*altoparlante*".

Comenzaremos por explicar cómo puede producirse desplazamiento o movimiento de un alambre conductor cuando él es recorrido por una corriente eléctrica. Para ello lo colocaremos dentro de un imán como lo muestra la figura 107, de tal modo que el alambre quede sumergido dentro del campo magnético de ese imán. Además el alambre debe quedar libre de moverse para lo cual podrá estar suspendido en ambos extremos por dos piolines o de cualquier otro modo que se encuentre para realizar la experiencia. El trozo de alambre será conectado a los dos polos de una fuente eléctrica de corriente continua, por ejemplo, una pila, y en cuanto ello ocurre observaremos que el alambre se desplaza bruscamente en el sentido indicado por la flecha llena. Si invertimos la polaridad de la fuente, cambiando el positivo por el negativo y viceversa, observaremos que el alambre se mueve hacia el otro lado, según el sentido que marca la flecha punteada. Si retiramos la conexión de la fuente, el alambre no vuelve a su lugar porque falta un elemento elástico que lo haga volver, pero es fácil imaginar que tal elemento podría ser colocado y que consistiría en un resorte o algo parecido.

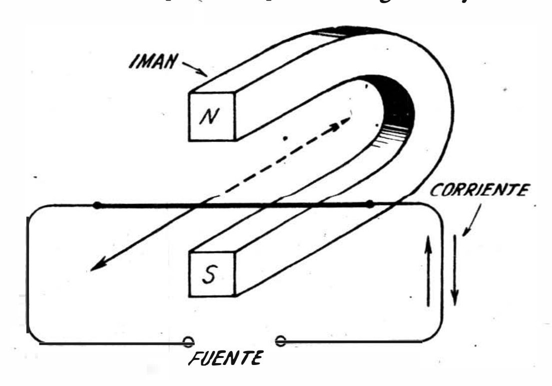


Fig. 107. — Principio de funcionamiento de los parlantes dinámicos, por repulsión entre un campo magnético y una corriente eléctrica.

Este principio pertenece a los dominios del electromagnetismo y ha servido muy bien para construir los primeros parlantes que funcionaban más o menos según el dispositivo que puede verse en la figura 108. Es evidente que si por el alambre hacemos pasar corriente alternada, durante medio ciclo se desplazará hacia un lado y durante el otro medio hacia el otro pues hay un cambio de polaridad en cada ciclo. Como esto ocurre muchas veces por segundo, el movimiento que se obtiene es una vibración. Con corriente alternada, entonces, el alambre vibrará con una frecuencia que es la misma que la de la corriente que produjo la vibración. Si esa corriente es de audio, la vibración transmitida al aire produciría sonido. Falta ver ahora cómo la transmitimos.

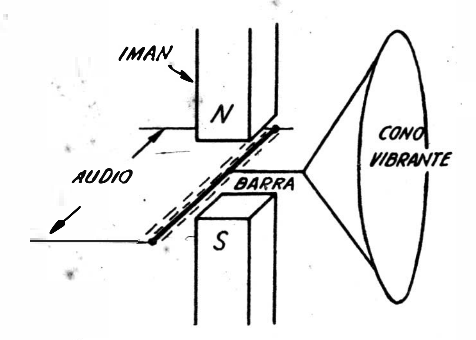


Fig. 108. — Las vibraciones del conductor que está dentro del campo magnético se trasmiten a un cono vibrante.

Volviendo a la figura 108, vemos que hemos colocado el alambre dentro del campo magnético y que la corriente de audio la hacemos llegar a dicho alambre mediante dos cables. El alambre al propio tiempo está sujeto por una barra al vértice de un cono de cartón o de metal. La corriente de audio hace vibrar al alambre y éste a su vez por medio de la barra, hace vibrar al cono, el cual produce vibraciones en el aire ambiente. Así se produce el sonido que será tanto más potente cuanto mayor sea la potencia que tiene consigo la corriente de audio. Estos parlantes primitivos han sido perfeccionados hasta llegar a los modernos modelos "*dinámicos*". Veamos cómo son y cómo funcionan.

La figura 109 nos muestra un corte de un parlante moderno. El cono de cartón tiene en su vértice adherido un pequeño cilindro también de cartón, en el cual está arrollada una pequeña bobina y además lleva adherido un disco de material elástico que lo mantiene en su lugar o que lo hace volver a él cuando algo lo mueve. El cilindro con la bobina se coloca en el hueco de forma cilíndrica de un imán cuyo corte transversal se asemeja a una letra E y cuyo conjunto es una barra maciza central solidaria con un cilindro exterior doblado para formar la base sin tocar la barra central y dejando un hueco anular

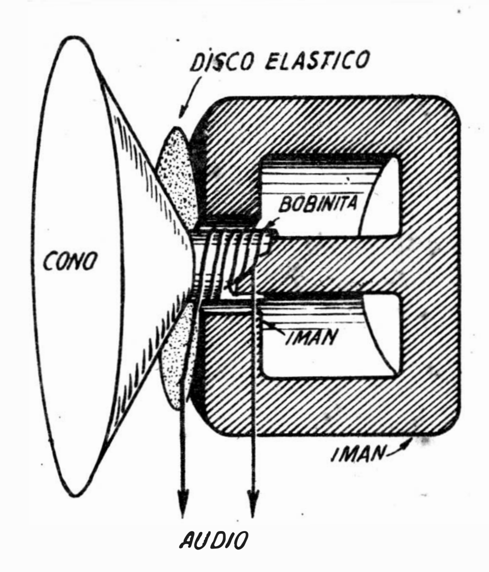


Fig. 109. — Disposición constructiva de un parlante dinámico del tipo denominado autodinámico.

justamente para permitir el movimiento del cono con su cilindrito. El borde exterior del cono queda fijado a uno mayor de metal. de tal manera que si la bobina vibra, el cono también vibra por tener su borde fijo y su vértice sujeto a un disco elástico.

De esta manera la bobina que por su ubicación se denomina bobina móvil, recibe la corriente de audiofrecuencia la cual al recorrer las espiras y estar colocada dentro del campo magnético, provoca la vibración que ya conocemos, la que se transmite al cono de cartón y por su intermedio al aire ambiente. Así resulta el sonido de esta clase de dispositivo. Este parlante se llama *autodinámico*.

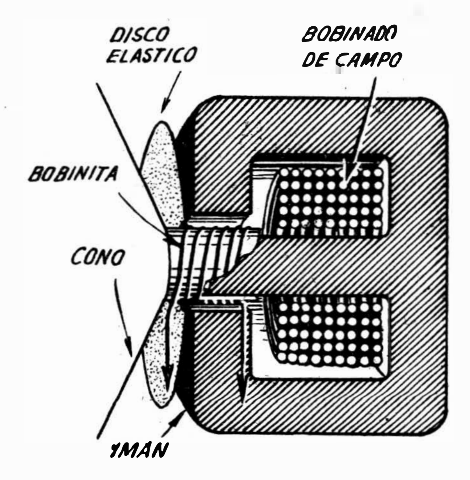


Fig. 110. — Principio constructivo de un parlante del tipo denominado *electrodinámico*.

Puede no ser indispensable el imán ya que con su misma forma se hace el cuerpo de hierro dulce tal como se ve en la figura 110 y en el hueco y alrededor de la barra central se arrolla un bobinado que se llama "*de campo*". Por el mismo se hace pasar una corriente continua auxiliar que produce un campo magnético y estamos frente al mismo fenómeno de la figura 109 sólo que en lugar de imán hemos empleado un electroimán. Esa corriente continua que necesitamos para producir el campo magnético no es otra que el consumo de placas de todo el receptor y entonces el bobinado de campo que tiene núcleo de hierro se coloca en la fuente de alimentación como impedancia de filtro haciendo pasar por allí toda la corriente rectificada por la fuente. Los parlantes con bobinado de campo se denominan "*electrodinámicos*" y han caído un poco en desuso. La técnica de fabricación de imanes permanentes ha permitido la obtención de campos magnéticos más intensos que con el bobinado de campo y por eso se emplean más los parlantes de la figura 109 que según dijimos se denominan "*autodinámicos*".

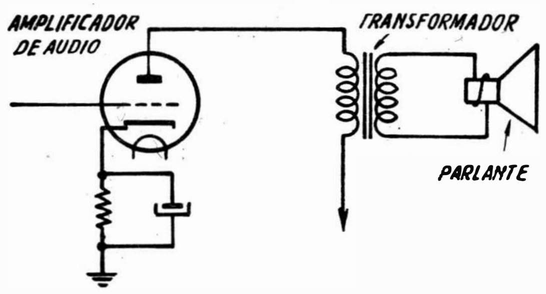


Fig. 111. — Forma de conectar un parlante a la válvula amplificadora de audiofrecuencia mediante un transformador.

Falta explicar cómo se conecta la bobina móvil del parlante al amplificador de audiofrecuencia, cosa que se realiza según el esquema de la figura 111. La última válvula del amplificador es la denominada amplificadora de potencia y en su circuito de placa queda intercalado el primario de un transformador que se llama "*de salida*". El secundario del mismo se conecta a los extremos de la bobina móvil. El porqué se hace esto es fácil de entender. La bobina móvil del parlante tiene pocas espiras con lo que su impedancia es muy baja, del orden de dos hasta ocho Ohm en la práctica y si se conectara directamente en serie con la alimentación de placa de la válvula amplificadora no se desarrollará una tensión de audio grande. Las válvulas amplificadoras requieren una impedancia de miles de Ohm. Por ello el transformador de salida tiene

un primario con muchas espiras y un secundario con pocas vueltas y se dice de él que tiene la misión de equilibrar las impedancias o de adaptar la impedancia de la bobina móvil a la carga de placa de la válvula final. Por este motivo cada transformador debe tener características especiales para cada válvula y cada parlante, cosa que los fabricantes tienen muy en cuenta y lo manifiestan en las especificaciones para la venta.

Teléfonos

La conversión de una corriente de audiofrecuencia en sonido la hemos tratado al ocuparnos de los parlantes, dispositivos electroacústicos que no son los únicos capaces de realizar esta transformación. En muchas ocasiones resulta inconveniente que el sonido obtenido se propague en



Fig. 112. — Aspecto de un par de teléfonos.

todo el recinto pues se prefiere que sólo una persona lo escuche. Para tales ocasiones se emplea otro dispositivo denominado "*teléfono*" que nos es familiar por su difusión en los sistemas telefónicos de comunicación domiciliaria. En radio los teléfonos son generalmente dobles para aplicar uno a cada oreja y se sujetan mediante una banda elástica que apoya en la parte superior de la cabeza, tal como se ilustra en la figura 112.

Nos toca entonces ocuparnos de los detalles constructivos y funcionamiento de los teléfonos. Tomaremos uno de ellos, ya que son iguales y observaremos su interior, el cual puede verse en corte y vista posterior en la figura 113 (sin la caja). En esencia encontramos allí dos bobinas que se conectan en serie y que reciben la corriente de audiofrecuencia. Estas bobinas están arrolladas sobre núcleos de hierro cuyos extremos apoyan sobre una barra imán. Frente al otro extremo de ambos núcleos está colocada paralelamente a los frentes de las bobinas, una placa o membrana circular de acero. El todo está contenido en un recipiente de forma cilíndrica que

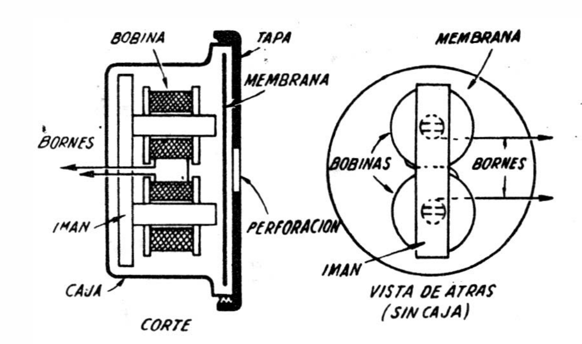


Fig. 113. — Disposición constructiva de un teléfono.

tiene una tapa roscable con una perforación en el centro que permita salir con comodidad al aire vibrante.

Con prescindencia de lo que ocurre con las bobinas, el hecho de haber un imán permite suponer que la acción magnética atraerá la placa hacia el núcleo con lo cual la misma adoptará una deformación o concavidad según lo explica la figura 114, donde se ha dibujado exagerada. Los lectores pueden comprobar eso retirando la tapa de un teléfono y observando que la membrana no se despega sino ejerciendo cierta fuerza. Esa curvatura marca un estado de equilibrio y si el campo magnético aumenta o disminuye, se modificará la deformación y la placa se acercará o se alejará del núcleo respectivamente.

Volvamos ahora a tener en cuenta las bobinas. Por ellas circula la corriente de audiofrecuencia que es alternada y cuya frecuencia y forma de onda responden al sonido emitido ante el micrófono. Con esto las bobinas se transforman en electroimanes y el campo magnético que produce durante cada ciclo de la corriente tiene los dos sentidos, es decir que durante medio ciclo se

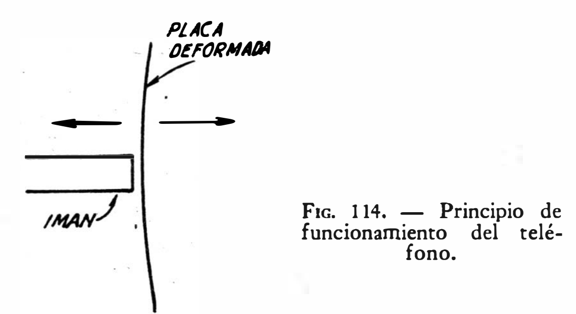


Fig. 114. — Principio de funcionamiento del teléfono.

sumará al campo magnético del imán y durante el otro medio se restará.

Cuando se suman, aumenta la deformación de la placa, o sea ésta va más adentro con su curvatura y cuando se resta tiende a colocarse más plana por disminuir su deformación. Esas varia-

dos púas y la cabeza o parte de ella se hace giratoria para poder usar ambas púas. La figura 120 ilustra una pastilla a cristal reversible

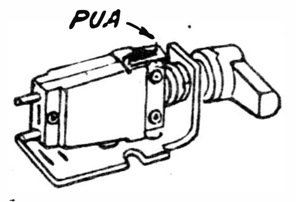


FIG. 120. — Disposición constructiva de una pastilla a cristal del modelo *reversible*.

del tipo descripto. En el extremo de la pastilla hay una manijita que permite realizar el giro y que tiene de un lado grabado el número 78 y del otro el 33, que son las vueltas por minuto que dan los discos comunes y microsurco, respectivamente.

Tocadiscos

Una vez interiorizados del dispositivo electroacústico encargado de captar el sonido grabado en los discos mediante ondulaciones en sus surcos y entregarnos una corriente eléctrica alternada de audiofrecuencias, podemos pensar en completar nuestro conjunto con un motorcito que haga girar el disco. Primitivamente estos motores eran accionados a cuerda, pero la necesidad de disponer de corriente eléctrica para alimentar las válvulas del amplificador que nos va a entregar el sonido captado en los discos, hizo pensar en

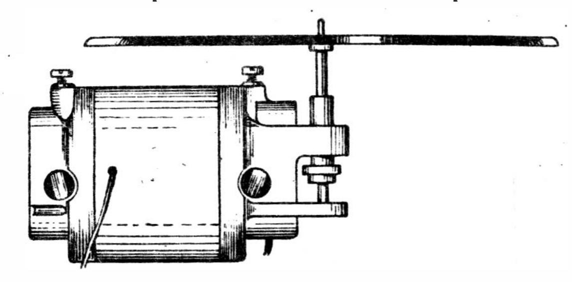


FIG. 121. — Disposición constructiva de un motor giradiscos.

la conveniencia de que tales motores fueran eléctricos. Así es como se los construye con el aspecto ilustrado en la figura 121. Constan del motor en sí, del plato adonde apoyará el disco y de los mecanismos que reducen la velocidad del motor a la que debe tener el plato que es de 78 vueltas por minuto para los discos comunes. Además de observar la figura convendría que el lector examine uno de estos motores para darse cuenta entre otras cosas de cómo se hace para ajustar la velocidad a la cifra que hemos dado anteriormente.

Si completamos el motor con un fonocaptor y todo eso lo colocamos sobre una base o una caja, tenemos el conjunto de la figura 122 que es precisamente lo que se denomina "*tocadiscos*".

Puede agregarse un interruptor para hacer andar el motor de acuerdo con el esquema de la figura 123 y a veces también un control de volumen para el fonocaptor aunque en realidad es preferible utilizar para tal fin el mismo que posee el amplificador al cual será conectada la salida de audio de dicho fonocaptor. El cable que va de este último elemento al amplificador, deberá ser blindado porque por tener muy baja señal de audio es muy sensible a la captación del sonido de alterna y hay que tener en cuenta que pasa cerca del campo magnético del motor y del tocadiscos.

El tocadiscos completo puede ser utilizado en una caja independiente como el ilustrado en la figura 122 o instalado en un gabinete donde, además, hay un receptor de radio. En este último

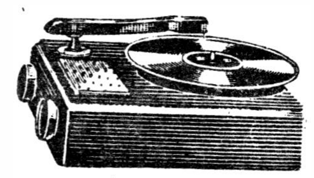


FIG. 122. — Aspecto de un tocadiscos común.

caso las dos conexiones, es decir la alimentación eléctrica del motor y la conexión de audio, son fijas pues el accionamiento eléctrico se comanda con las mismas perillas que tiene el receptor. En este caso habrá que disponer una llave inversora que se denomina de "*radio-fono*" y que permite disponer a voluntad que se escuchen programas grabados en discos o sintonizados por el receptor.

Con la aparición de los discos de distintas velocidades (la antigua de 78 revoluciones por minuto y los actuales 45, 33 y 16 r.p.m., los dos últimos llamados "*long-play*"), se han hecho necesarios los llamados motores de 4 velocidades, o por lo menos los de 3 velocidades. Consisten en un motor igual que el anterior pero con un dispositivo mecánico que mediante la interposición de distintas poleas de transmisión hace que la velocidad de giro del plato se pueda modificar

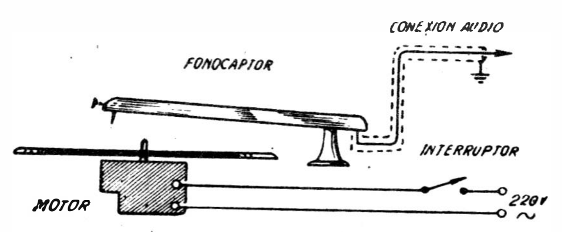


FIG. 123. — Esquema de conexiones correspondiente al fonocaptor y motor giradiscos.

El método más generalizado de fonocaptor o pick-up es el que emplea una pastilla de cristal de cuarzo y que, por lo tanto, se denomina "*a cristal*". Esa pastilla es delgada y está colocada entre dos placas metálicas. Ya sabemos que este

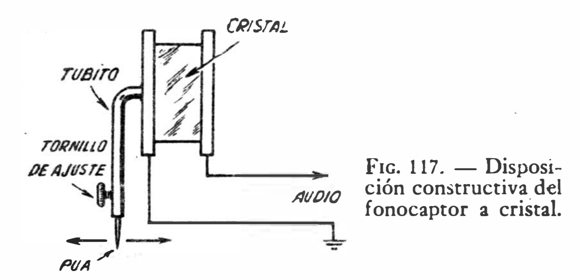


Fig. 117. — Disposición constructiva del fonocaptor a cristal.

cristal tiene la propiedad de que si se hace presión entre sus caras genera una corriente eléctrica cuyas variaciones responden a las variaciones de la presión. En la figura 117 vemos que la púa está colocada dentro de un tubito que se prolonga hasta una de las placas metálicas, de modo que las vibraciones de aquéllas se transmitirán al cristal y de éste recogemos en las dos placas una tensión eléctrica de audiofrecuencia que puede ser aplicada a la grilla de una válvula amplificadora. Todo el conjunto está contenido en un brazo largo metálico o de material plástico, cuyo aspecto general puede verse en la figura 118. En el extremo opuesto a la pastilla tiene un soporte con una articulación giratoria, de tal modo que fijado el soporte a la mesa puede hacerse que la púa apoye en el surco del disco y al girar éste lo recorra en su totalidad, hasta llegar cerca del centro del mismo. Para colocar la púa en el tubito hay un tornillo lateral que permite ajustarlo para que no se salga. Las púas son de acero, de nylon o de otros materiales y su duración

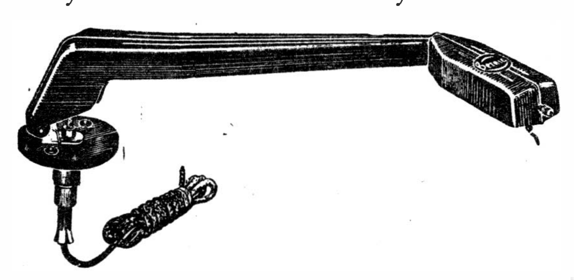


Fig. 118. — Aspecto de un fonocaptor a cristal.

depende del desgaste de la punta, habiendo tipos que duran solamente dos o tres discos, y en cambio, modelos modernos de materiales especiales que pueden usarse 5.000 veces y que se denominan "*púas permanentes*".

El fonocaptor a cristal es el más usado, por ser más económico y por necesitar poca amplificación, ya que suministra una tensión de audiofrecuencia de un Volt, por lo menos. No obstante, se construyen otros modelos, de los que describiremos el llamado "*magnético*" por ser el que le sigue en popularidad. La figura 119 nos muestra su disposición esquemática, y vemos que consta de un imán doblado en forma de herradura. En el espacio en que se enfrentan los extremos, hay una chapita de hierro a la que queda fija la púa mediante un tubito que es un poco más corto que los modelos a cristal. Entre la chapita y las caras del imán se colocan unos trozos de goma blanda que permiten la vibración de aquélla. Cuando la púa recorre el surco del disco, las ondulaciones de éste la hacen vibrar, con lo que vibrará también la chapita de hierro, produciéndose alteraciones de índole electromagnética que inducen una tensión alternada en la bobina que está arrollada en el centro del imán.

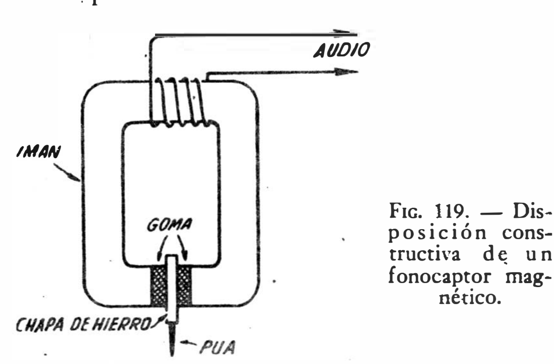


Fig. 119. — Disposición constructiva de un fonocaptor magnético.

Esta tensión responde a todas las características del sonido que fué grabado en el disco, con lo que será aplicada a la entrada de grilla de un amplificador.

El único inconveniente, además de su mayor peso, de este fonocaptor, es que la tensión obtenida es del orden de una a dos décimas de Volt, por lo que requiere una etapa más de amplificación. Además, la pastilla de cristal tiene alta impedancia, del orden de los Megohm, por lo que puede ser conectada directamente a la grilla con alto rendimiento. El fonocaptor magnético tiene un bobinado de baja impedancia y éste es otro de los motivos por el cual su rendimiento es menor.

Hay modelos especiales de fonocaptores magnéticos que se han dado en llamar "*de reluctancia variable*" y cuyo principio se aparta un poco del descripto anteriormente. Otro de los detalles de interés es que como hay discos cuyo surco es diferente al standard, y que se llama "*microsurco*" (long play), requieren una púa diferente, por cuyo motivo el fonocaptor está dotado de

Al lector:

El día que hemos terminado no ha sido menos interesante que los anteriores; hemos aprendido cómo funcionan los micrófonos, parlantes, teléfonos y otros dispositivos capaces de convertir sonidos en corrientes eléctricas o viceversa. Y decimos "aprendido", porque todos esos aparatitos nos eran ya familiares por haberlos visto muchas veces, pero no todos sabían que tenían en su interior.

Ahora podemos decir que conocemos todos los elementos que integran los equipos de Radio, pues además de las válvulas y otros materiales que estudiamos anteriormente, hemos completado la serie con los últimos tratados. Claro está que hay algunos elementos que no han sido mencionados, porque sería interminable la descripción, pero debe tenerse en cuenta que hemos dedicado este trabajo a aquellos que se interesan por la Radio como afición, que desean comenzar a armar sus aparatos y que una vez que estén en tema pueden seguir leyendo otras obras más adelantadas. Hubiera sido contraproducente el incluir dispositivos de uso poco frecuente y que no se encuentran en los receptores y amplificadores comunes, pues para el fin que nos hemos propuesto no necesitamos ni siquiera conocerlos. Ha llegado el momento de estudiar el funcionamiento de los circuitos, sobre lo cual hicimos un pequeño preámbulo al final del tercer día, por lo que seguramente ha quedado una profunda curiosidad por satisfacer. Manos a la obra, entonces...

a voluntad mediante el accionamiento de una palanquita para conseguir las cuatro velocidades mencionadas anteriormente. Un motor de este

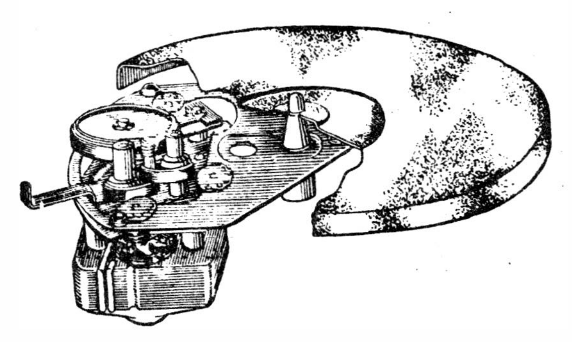


Fig. 124. — Disposición constructiva de un giradiscos con tres velocidades.

tipo puede verse en la figura 124 y por su aspecto no puede decirse que es diferente al de la figura 121, salvo en el detalle que se ha explicado. Un tocadiscos de cuatro velocidades tendrá un motor de ese tipo y un fonocaptor de cabeza reversible, pues por ser de menor ancho los surcos de los discos de 33 y 16 r.p.m. se requiere una púa diferente que para 78 r.p.m. De este asunto nos hemos ocupado al hablar de los fonocaptores, de manera que no insistiremos sobre el particular.

El uso del tocadiscos consiste en colocar un disco sobre el plato, hacer andar el motor y colocar la cabeza del fonocaptor de manera que la púa entre en el primer surco y luego retirarlo cuando ha llegado al final. La técnica trató de aumentar la comodidad creando los llamados cambiadores automáticos. Son en realidad tocadiscos completos con una serie de dispositivos mecánicos que se encargan de hacer andar el motor y llevar el disco, retirarlo al final, hacer caer otro disco y así sucesivamente, hasta que cuando ha terminado el último disco colocado todo vuelve a su lugar y el motor se para. La figura 125 nos muestra un modelo moderno que funciona con discos de las tres velocidades usuales.

Hay distintos modelos de cambiadores automáticos y la puja entre sus fabricantes lo ha dotado de perfeccionamientos. Algunos mezclan discos de diferentes diámetros, otros permiten fijar pausas entre disco y disco y los hay más audaces que tocan ambas caras de un disco sin darlo vuelta. En la práctica ya se ha generalizado tanto su uso que no se concibe un receptor combinado moderno que no tenga un tocadiscos de tres velocidades, no importa de qué modelo. El esquema de conexiones es siempre el de la figura 123, sólo que el interruptor no aparece por estar incluído dentro del aparato. Sólo hace falta cuatro conexiones al receptor. Dos de ellas son el cable bifilar que lo conectará a la red eléctrica, mediante una ficha; las otras dos corresponden a la entrada de audio, una a la grilla y otra a masa. La alimentación la hemos men-



Fig. 125. — Aspecto de un tocadiscos con tres velocidades.

cionado para 220 Volt de alternada, pero hay modelos para ambas corrientes y aún para 6 Volt de acumulador, aunque no de los más completos y perfeccionados.

salen del cátodo y van hacia la placa, y tendremos un cierto valor de la corriente de placa, corriente que tiene una intensidad I, y que mide el amperímetro insertado en el esquema. Esa corriente pasa por la resistencia R y sabemos por la famosa Ley de Ohm de aplicación universal en la Electrotecnia y en Radio, que la tensión entre los extremos de una resistencia R cuando pasa por ella una corriente I se calcula multiplicando I por R. Luego, nos resultará fácil determinar el valor de la tensión entre extremos de R, la que por otra parte estará indicada por el voltímetro. Ahora movemos el cursor del potenciómetro P, con lo que modificamos la tensión negativa de grilla. Con ello, y suponiendo que hemos subido el cursor, habrá en la grilla una tensión más negativa, se rechazarán más electrones y llegarán menos a la placa. Notaremos entonces que la corriente de placa ha disminuído, cosa que acusará el amperímetro. Al haber menos corriente que pasa por la resistencia R, la tensión entre sus extremos será menor, porque al multiplicar I por R como antes, si bien R tiene el mismo valor, I es más chica, dando un resultado menor. Pongamos números para ver lo qué ha ocurrido.

Variación tensión grilla: 2 V

Variación corriente placa : 10 mA

Variación tensión en R =

0,010 × 10.000 = 100 V

$$\text{Amplificación} = \frac{100}{2} = 50$$

La tabla nos da un resumen numérico de la situación, tomados de una válvula cualquiera. Supongamos que en la grilla hemos aumentado la tensión negativa en 2 Volt. La corriente de placa ha disminuído 10 miliamper, o sea, tomando esa corriente en Amper, que es la unidad que corresponde para los cálculos, la variación será de 0,010 Amper. Luego entre extremos de R, que suponemos tiene un valor de 10.000 Ohm, la tensión habrá disminuído en la cantidad que resulta de multiplicar 0,010 por 10.000 o sea 100 Volt. Quiere decir que variando en 2 Volt la tensión de grilla se produce en el circuito de placa una variación de 100 Volt. Hay una variación de 50 veces mayor en placa que en grilla, cifra que resulta de dividir ambas variaciones, o sea dividir 100 por 2. Se dice entonces que la válvula amplificó 50 veces o que su coeficiente de "*amplificación*" es de 50. Esto explica el mecanismo de la amplificación, pero resultará aclaratorio observar el gráfico de la figura 127.

Supongamos que en lugar de variar a mano la tensión negativa de grilla, le aplicamos una tensión alternada, que es constantemente variable. En el gráfico vemos que esa tensión alternada de grilla lleva a ese electrodo desde el valor 1 Volt negativo hasta el valor 3 Volt negativos, o sea una variación total de 2 Volt. Transpor-

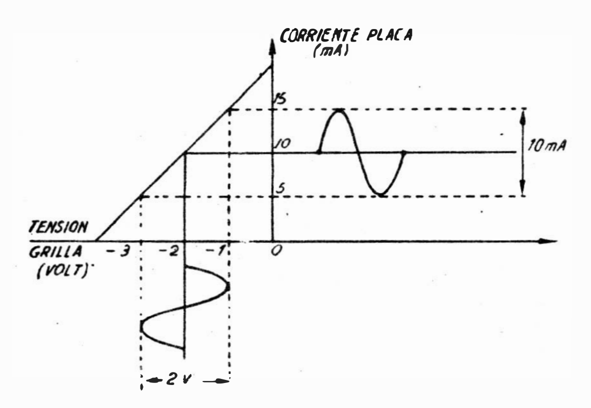


Fig. 127. — Mecanismo gráfico de la amplificación del triodo.

tando los dos extremos de la curva de la tensión de grilla hasta la recta inclinada que se llama "*característica de la válvula*", y que representa la forma como la corriente de placa responde a las variaciones de la tensión de grilla, encontramos que cuando la tensión de grilla es de 1 Volt, la corriente de placa es de 15 miliamper y cuando en grilla tenemos 3 Volt negativos la corriente anódica baja a 5 miliamper, o sea una variación total de 10 miliamper, que son las cifras del ejemplo numérico de la tabla. Luego entre extremos de la resistencia R tendremos una tensión alternada de 100 Volt, puesto que si son alternadas las variaciones de la tensión de grilla resultará alternada la forma de variación de la corriente de placa, y por ende, también alternada la variación de la tensión entre extremos de la resistencia R. Así completamos el ejemplo, y vemos que aplicando a la entrada de grilla de la válvula una tensión alternada de 3 Volt recogemos a la salida una tensión de 100 Volt, o sea, 50 veces mayor, lo que nos permite afirmar que la válvula amplifica 50 veces. En la práctica hay factores que modifican un poco las cosas, pero de ello nos ocuparemos en otra oportunidad.

Falta ver ahora, cómo se conecta la válvula para amplificar una tensión alternada, y eso lo tenemos en la figura 128. La tensión negativa de grilla se da mediante la intercalación de una resistencia entre cátodo y masa y la tensión positiva de placa se conecta mediante un rectificador indicando el símbolo "*más B*" esa conexión. A la entrada debemos colocar la tensión

Día 6

AMPLIFICADORES

De todas las funciones de las válvulas electrónicas en los circuitos de radio, posiblemente la más sencilla, la que más se emplea, la que está más cerca del fundamento de las cosas que pasan en el interior de la ampolla de cristal es la amplificación. Técnicamente se denomina amplificar a la acción de tomar una magnitud y convertirla en otra de la misma naturaleza, pero mayor. Por ejemplo, si con la ayuda de un pantógrafo convertimos una figura que tiene 5 centímetros en otra de igual forma pero de 50 centímetros decimos que el pantógrafo ha ampliado o amplificado 10 veces nuestra figura. En el caso de las válvulas la amplificación se refiere casi siempre a una tensión eléctrica, aunque a veces hay amplificadores de corriente y otras, de potencia. Pero siempre puede encontrarse la manera de referir la función a una tensión de entrada y otra de salida, siempre mayor.

La amplificación

Sentadas estas afirmaciones parciales, pasemos al circuito básico que nos demostrará cómo se cumple la función de amplificar mediante una válvula electrónica, que tomaremos como un triodo para simplificar la explicación.

La figura 126 nos muestra este triodo al cual le hemos conectado una batería en el circuito de grilla, para dar a ese electrodo la tensión negativa que sabemos requiere. Pero obsérvese que con la ayuda de un potenciómetro, podemos variar a voluntad esa tensión negativa, pues entre grilla y cátodo podemos tener una tensión cero si el potenciómetro o resistencia variable P queda en el extremo inferior. A medida que subimos el cursor deslizándose sobre la resistencia, vamos dando a la grilla una tensión negativa creciente, hasta que, cuando el cursor alcanza el extremo superior, queda entre grilla y cátodo toda la tensión de la batería, con su polo negativo hacia la grilla y el positivo hacia el cátodo. Nótese que para poder medir en cada caso la tensión negativa de grilla, hemos conectado un instrumento entre grilla y cátodo, precisamente un

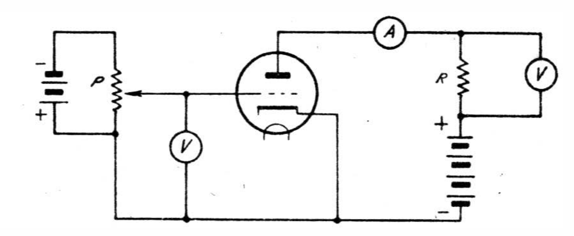


Fig. 126. — Esquema de principio que muestra un triodo amplificador.

voltímetro que nos dará lecturas directas de la tensión medida en Volt.

En el circuito de placa encontramos la batería encargada de dar a ese electrodo la tensión positiva que requiere, y hemos insertado una resistencia R, que es indispensable para que se cumpla la función de amplificación, porque es entre los extremos de R que vamos a obtener la tensión amplificada.

Esa resistencia se llama "*de carga*" y su valor es sumamente crítico, debiendo especificarse en todos los casos para cada válvula y cada circuito. Hay también aquí un voltímetro encargado de medir la tensión entre extremos de R. No hay interés en medir la tensión de placa, que sería la de la batería, porque es constante y conocida y porque nos interesa la otra tensión, la que se tiene en la resistencia de carga que es la tensión útil que puede ser aplicada a otro circuito o a la etapa siguiente si este circuito la tuviera.

Ahora podemos ver el mecanismo de la amplificación. Si dejamos el cursor en un punto cualquiera de la resistencia P, la grilla recibe una tensión negativa, frenará algunos electrones que

variable y que, por lo tanto, nos permite tomar sólo una parte de esa señal de entrada, corriendo el cursor. La señal que se aplica a la entrada de la grilla es la que hay entre el cursor de la resistencia R_1 y masa. Encontramos aquí también conectados entre cátodo y masa a la resistencia R_2 y al condensador C_1. La primera está para dar a la grilla la tensión negativa de polarización y el segundo para servir de paso a la señal que es alternada. La resistencia de carga de placa es R_3 y estamos ya en condiciones de disponer una tensión amplificada que se aplicará a la segunda válvula, que es V_2. Un poco más adelante explicaremos la función de R_2.

Pero debemos tener en cuenta que no podemos unir directamente la placa de V_1 con la grilla de V_2, porque la primera lleva una tensión positiva y la segunda otra negativa. Por tal motivo se intercala el condensador C_2, que permite el pasaje de la señal pero sirve de aislante para las tensiones continuas. La válvula V_2 es diferente a V_1, primero por ser un pentodo, y segundo porque está diseñada para amplificar potencia, es decir que su corriente de placa será elevada. Tanto la placa como la pantalla llevan la tensión positiva que se indica en la figura con la letra B y que provee la fuente de alimentación. Para dar a la grilla la tensión negativa, se coloca en cátodo la resistencia R_5, y para servir de paso a la señal el condensador C_3. Hay además una resistencia R_4 que sirve de carga de grilla porque la grilla no puede estar conectada a masa, porque allí debe haber una tensión de audio y, por lo tanto, esa resistencia tiene un valor elevado generalmente 500.000 Ohm.

Veamos cómo R_5 da la tensión negativa de grilla: al pasar por esta resistencia la corriente de placa, hay una diferencia de tensión entre sus extremos, que tiene su positivo en el cátodo y su negativo en masa, según la dirección de la corriente. Como la grilla está unida a masa por R_4, resulta que el cátodo es positivo con respecto a la grilla, o, lo que es igual, la grilla es negativa respecto del cátodo, que es lo que se quería. Esta explicación vale tanto para la válvula V_1 como para la V_2.

Ahora falta explicar la misión del transformador T. Este tiene dos bobinados arrollados sobre un mismo núcleo de hierro: el primario por el que circula la corriente de placa, y el secundario, que se aplica directamente a la bobina del parlante. La corriente de placa sigue las variaciones que le impone la tensión de grilla, que sabemos es alternada porque allí está la señal. Al ser variable dicha corriente, se inducirá en el secundario del transformador una corriente alternada cuya frecuencia coincide con la señal que aplicamos a la entrada del transformador. La pregunta lógica es por qué no conectamos directamente el parlante en lugar del transformador T; pero la bobina del parlante tiene muy pocas espiras y su impedancia es muy baja y la válvula V_2 está diseñada para una impedancia alta para el circuito de placa. Por tal motivo, el transformador T se construye con un bobinado de muchas espiras en el primario y otra de pocas espiras en el secundario. De este modo se dice que este transformador *"refleja"* sobre la válvula V_2 la impedancia de la bobina del altoparlante.

Llegamos así a tener terminado nuestro pequeño amplificador. Desplazando el cursor de la resistencia variable o potenciómetro R_1 aplicamos mayor o menor señal a la válvula V_1, con lo que la válvula V_2 recibirá también mayor o menor tensión de señal y el resultado de ello será que la salida de esta segunda válvula será también más o menos grande y el parlante suministrará un volumen sonoro que lo hemos variado a voluntad. Por este motivo a la resistencia R_1 se le da el nombre de *"control de volumen"*.

El amplificador descripto forma parte también de todos los receptores de radio, pues una vez que hemos extraído la señal de audio que nos traen las ondas radioeléctricas, la aplicamos a la entrada del amplificador para que el parlante nos reproduzca el sonido que se originó en la estación transmisora frente al micrófono.

Amplificadores simétricos

Refiriéndonos a los amplificadores de audiofrecuencia o sea los que se emplean para obtener sonido reproducido en un altoparlante, diremos que muchas veces se utilizan los llamados *"amplificadores simétricos"* por obtenerse de ellos una mejor calidad de sonido. Esto se llama en radio *"alta fidelidad"* por querer decir que el sonido reproducido es igual al original que se produjo delante del micrófono. De allí la *"fidelidad"*.

Veamos un poco el problema para lo que nos basaremos en los elementos que aparecen en la figura 130, que es el circuito de un amplificador simétrico, también llamado *"en push-pull"*. Recordemos que cuando se aplica una tensión alternada a la grilla de una válvula, la corriente de placa sufre variaciones también alternadas, y de la misma frecuencia. Pero hasta ahora no hemos hecho referencia a la forma de la onda. Cualquiera sea la nota musical que corresponda en cada instante a la señal aplicada a la grilla, diremos que la onda tiene una forma que no es la curva

que se debe amplificar y a la salida, entre extremos de R recoger la tensión amplificada. Nótese que en lugar de tomar los extremos de R toma-

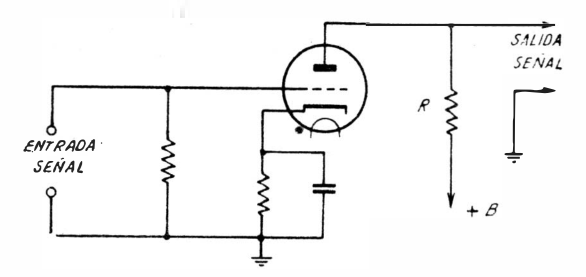


FIG. 128. — Esquema completo de un triodo amplificador.

mos el extremo superior y masa, pero eso es lo mismo pues el punto de alimentación *"más B"* está unida a masa a través de los condensadores electrolíticos del rectificador, para la tensión alternada, que es la que interesa amplificar.

El amplificador

Conocemos ya la función amplificadora de la válvula termoiónica, de manera que no nos será nada difícil comprender cómo se combinan dos o más de ellas para formar un equipo amplificador. En esencia, con tal equipo tenemos que parlante, se convertirá en sonido. Viceversa, si producimos un sonido delante de un micrófono, éste nos entregará una corriente de audio que puede ser vuelta a convertir nuevamente en sonido.

Si disponemos de una pequeña tensión de audio, o sea una tensión alternada cuya frecuencia esté comprendida entre 30 y 16.000 ciclos por segundo no podemos aplicarla directamente al altoparlante, porque no lograríamos que éste produjera sonido. Previamente hay que amplificar esa tensión y después hay que convertirla en potencia eléctrica, es decir, disponer de una corriente de bastante intensidad que recorra la bobina del cono del altoparlante. Nuestro amplificador entonces debe tener como mínimo dos etapas o válvulas: una es la amplificadora de tensión, también denominada *"preamplificador"* y la otra es el amplificador de potencia o amplificador final. La figura 129 nos muestra el conjunto de elementos para un amplificador mínimo, es decir, de dos válvulas. Se sobreentiende que estamos refiriéndonos a un amplificador de audiofrecuencia, puesto que también existen amplificadores para señales cuyas frecuencias son mayores que las mencionadas anteriormente, y son los denominados amplificadores de *"alta frecuencia"* o *"radiofrecuencia"*.

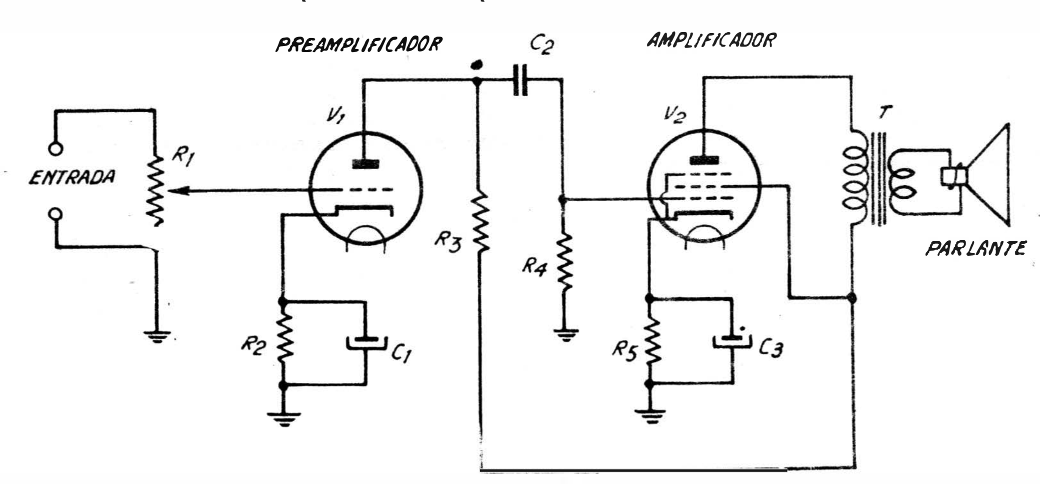


FIG. 129. — Un amplificador mínimo de audio comprende dos etapas.

producir sonido o, lo que es lo mismo, audiofrecuencia, puesto que se entiende por sonido el efecto que nos producen las ondas acústicas cuyas frecuencias están comprendidas entre 30 y 16.000 ciclos por segundo. Si una corriente eléctrica es alternada y su frecuencia tiene un valor dentro de los límites mencionados, se llama *"de audiofrecuencia"*, y si se la envía a un teléfono o a un

Los elementos que están en el esquema de la figura 129 son todos conocidos. Le hemos colocado letras distintivas, y en el caso de letras repetidas un numerito que las diferencia. En todos los casos las letras que se emplean son las iniciales del nombre del elemento. Así, la señal se aplica a la entrada del amplificador directamente a los extremos de la resistencia R_1, que es

salida, pero la calidad especial de sonido sufrirá un poco. La cuestión es saber hasta dónde se puede aumentar el rendimiento sin perder una calidad razonable en el sonido reproducido y eso es cuestión que pertenece a los diseñadores de circuitos.

Volviendo al nuestro, analicemos los elementos: La válvula V_1 tiene su resistencia de carga de grilla R_1, y la de polarización de grilla R_2 que se coloca en cátodo, juntamente con el condensador C_1 que es el de paso para la señal. Por ser pentodo, lleva grilla pantalla, la que generalmente necesita una tensión positiva menor que la de placa. Por eso, la resistencia R_4 es mucho mayor que R_3 que es la carga anódica. Además, en carácter de filtro se coloca la resistencia R_5. Todos los puntos de unión de la resistencia quedan aislados del cátodo en cuanto a las tensiones continuas, pero no deben estarlo respecto de la señal de audio, y por ello aparecen los condensadores de paso C_2 y C_3. A través del condensador C_4 llegamos con la señal amplificada a la válvula V_2 que tiene su carga de grilla R_6 y el conjunto de polarización de grilla en cátodo R_7 y C_5. La carga de placa es aquí el transformador T, cuyo secundario sabemos que nos entrega dos tensiones iguales pero de fase opuesta para las dos válvulas V_3 y V_4. Estas tienen sus grillas polarizadas mediante R_8 con C_6 y la carga de placa es el transformador T_2 que aplica la salida al parlante o conjunto de parlantes.

Las tensiones de placa pueden no ser las mismas en todo el amplificador, pues muchas de las válvulas de salida como las V_3 y V_4 llevan una tensión mayor en placa, y eso se ha querido señalar con el doble signo más. El resto del amplificador lleva una tensión anódica común, que es generalmente del orden de los 250 Volt. Los detalles particulares pueden consultarse en cualquier libro de circuitos, que da las válvulas a emplear, los valores de los elementos y la potencia que se obtiene a la salida.

El inversor de fase

Para que funcione un amplificador simétrico necesitamos aplicar a la entrada de la parte final del mismo dos señales o tensiones de la misma amplitud pero de fase opuesta, lo que quiere decir que cuando una es positiva la otra es negativa y viceversa. En principio el dispositivo encargado de recibir una tensión de audio, o sea alternada o entregarnos dos tensiones iguales pero de fase opuesta, se denomina inversor de fase y su más simple concepción está representada en la figura 131. Vemos allí al transformador T que tiene dos bobinados. El primario está conectado al circuito de placa de la válvula preamplificadora o sea que entre sus extremos A y B existe una tensión de señal o sea una tensión alternada de audio circulando por consiguiente corriente por el bobinado. Esa corriente da origen a un fenómeno magnético y aparecerá entonces en el bobinado secundario una tensión alternada de igual forma de variación e igual frecuencia que la que hay en el primario. Entre los extremos D y E puede tener una tensión mayor, igual o menor que la del primario pero generalmente es mayor. Lógicamente si sacamos una conexión del puente central C del secundario, que se conecta a masa para unirlo eléctricamente a los cátodos de ambas válvulas amplificadoras. En realidad entre cátodo y masa hay una resistencia pero el condensador que aparece en paralelo con la misma hace que para la señal de audio pueda

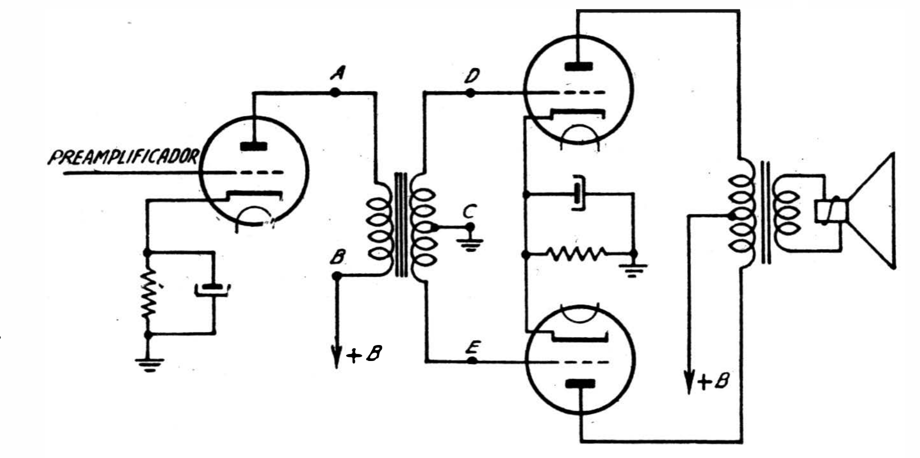


Fig. 131. — El inversor de fase a transformador.

sinusoide clásica, porque el sonido siempre es complejo. La forma de onda caracteriza al timbre del sonido. Para obtener fidelidad en la reproducción, debemos conseguir que la forma de onda de la corriente de placa sea igual a la de la señal aplicada a la grilla, y esto es imposible, porque la válvula produce ligeros cambios en esa forma. La razón de tales cambios debe buscarse en el hecho de que las curvas características de la válvula no son líneas rectas, sin que representan precisamente cierta curvatura. No se altera la frecuencia de la señal pero si su forma de onda, lo que produce un cambio en el timbre del sonido.

Ahora bien, si como amplificador final colocamos dos válvulas en vez de una, pero conectadas de tal modo que cuando en una la tensión de grilla crece, en la otra disminuye y viceversa, diremos que las dos válvulas están en oposición de fase, porque las tensiones aplicadas a las grillas tienen fase opuesta. Observemos en detalle el amplificador de la figura 130. Encontramos siempre un preamplificador que aumenta un poco o mucho la amplitud de la pequeña tensión de audio que tenemos a la entrada del amplificador. Luego volvemos a amplificar esa tensión mediante otra válvula que se llama "*excitadora*" y ahora podemos entrar al amplificador final, para lo que se emplea el transformador T_1, y aquí está la explicación del fenómeno.

Observemos que este transformador tiene su secundario dividido en dos mitades y que el punto central está conectado a masa. De este modo, la tensión aplicada a la grilla de la válvula superior V_3 es opuesta de la que aplicamos a la grilla de la inferior V_4. Esto es evidente, porque cuando la tensión alternada es positiva con respecto a masa en el extremo superior del secundario, será negativa contra masa en el extremo inferior. Esto es lo que se llama "*dos tensiones de fase invertida u opuesta*", y el transformador obra aquí como un "*inversor de fase*". Posteriormente nos ocuparemos de otros tipos de inversores de fase, más económicos que el transformador.

Con las corrientes anódicas pasará lo mismo que con las tensiones de grilla. Cuando en una válvula la corriente de placa tiende a crecer en la otra tiende a disminuir y viceversa. El caso es que la curvatura en las características se manifiesta en ambas válvulas en sentidos contrarios, produciéndose una especie de compensación. Técnicamente se demuestra que la compensación no es perfecta salvo para las deformaciones de las ondas que son simétricas con respecto al eje medio del ciclo (esto se llama "*armónicas pares*"), pero no es el caso de entrar aquí en complejas explicaciones matemáticas, pues lo que nos interesa es que con la disposición simétrica de las dos válvulas, tal como se las ve en el esquema, se produce una compensación en la deformación de la onda y se tiene una reproducción más fiel del sonido. Esto es lo importante y por esto se usan estos amplificadores.

Podríamos agregar a lo dicho que los amplificadores simétricos pueden tener mayor o menor rendimiento según se haga trabajar a las dos válvulas de salida en condiciones de que la grilla no llegue a tener tensión positiva (clase A pura o clase A_1) o que llegue a tenerla (clase AB con todas las variantes AB_1, AB_2, etc.). Estos términos no deben confundir al lector, pues baste saber que a medida que nos alejamos del llamado amplificador en clase A pura que es el que hemos descripto antes, tendremos mayor potencia de

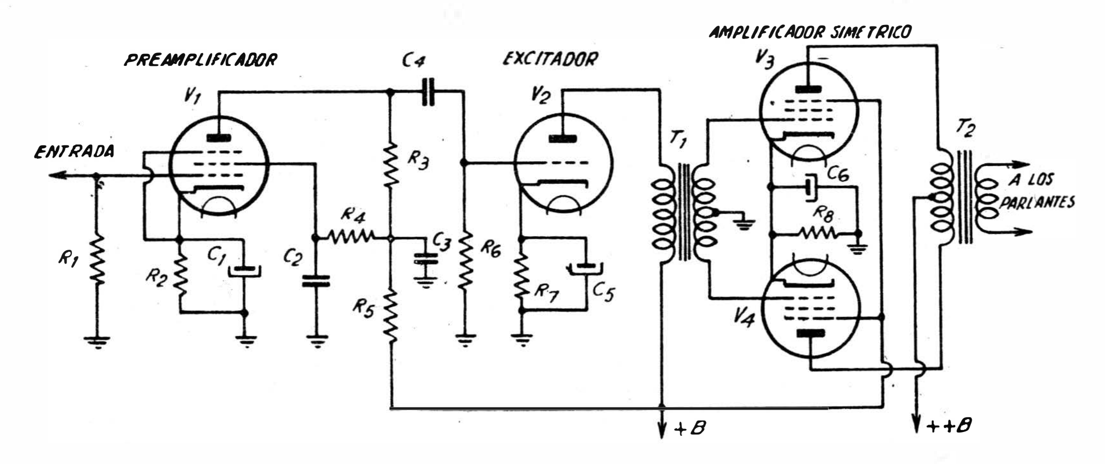


FIG. 130. — Esquema de un amplificador simétrico de audiofrecuencia.

se prefiere usar el sistema inversor a válvula. Cuando se arma tal tipo de inversor se comprueba en el laboratorio si el valor de la resistencia de 25.000 Ohm debe ser modificado para que las dos tensiones de audio que se aplican al amplificador simétricamente son realmente iguales, y en caso necesario se modifica el valor de dicha resistencia hasta conseguir el resultado que se busca.

El único inconveniente del inversor de fase catodino es que la señal de audio aplicada a la entrada no puede tener ninguno de sus dos puntos de aplicación conectados a masa como se ve en el esquema, el extremo inferior de la resistencia de grilla de V_1 no puede conectarse a masa porque debe quedar unido al extremo superior de la resistencia R de cátodo. También pue-

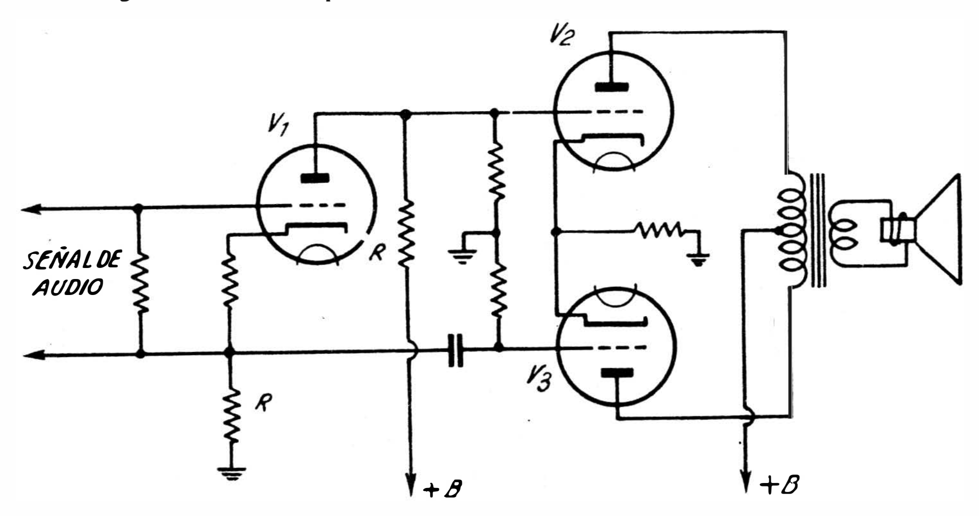


Fig. 133. — Esquema de un inversor de fase del tipo catodino.

de objetarse que la válvula V_1 en el tipo de conexión ilustrada da una amplificación menor. Estas razones han hecho que no se haya popularizado mucho este tipo de inversor de fase.

La idea de poder hacer aún más económico el inversor de fase ha hecho diseñar el circuito denominado "*catodino*" que se puede ver en la figura 133. En él solo se usa una válvula preamplificadora o excitadora que es V_1 y las dos válvulas amplificadoras V_2 y V_3 en disposición simétrica, igual que antes. El sistema se basa en la intercalación en el circuito de cátodo de una resistencia R de igual valor que la otra R que está en el circuito de placa de la válvula V_1. Desde el momento en que hemos demostrado que entre las señales o tensiones de grilla y de placa de una válvula hay una diferencia de fase tal que cuando una aumenta la otra disminuye, es decir, que esas tensiones tienen fase opuesta, es fácil llegar a la conclusión que por estar la resistencia de cátodo incluída en el circuito de grilla, la tensión de audio que hay en la misma tendrá también fase opuesta con respecto a la de placa. En consecuencia se aplican a las grillas de las válvulas V_2 y V_3 las tensiones de audio que se toman de las dos resistencias R, las que, serán iguales por serlo las resistencias y tendrán fase opuesta por la deducción que hicimos anteriormente. Luego, nuestro amplificador simétrico funcionará perfectamente y hemos economizado la válvula inversora de fase del circuito de la figura 132.

Un amplificador para corriente alterna

Después de analizar el comportamiento de todos los componentes que integran todos los equipos radioeléctricos como ser válvulas, resistencias, condensadores, transformadores, micrófonos, fono-captores y parlantes, debemos combinarlos para trazar un circuito real que responda a una necesidad práctica. Hemos elegido en primer lugar un amplificador tipo de los que se utilizan para amenizar reuniones. Desde ya podemos definir a un amplificador como a un conjunto que partiendo de un micrófono y un fonocaptor nos entrega sonido con la potencia necesaria así sea música o palabra. En esta oportunidad nos ocuparemos de un amplificador alimentado con corriente alternada por ser el tipo más generalizado.

Las válvulas que integran un amplificador deben elegirse de acuerdo con sus funciones y con el circuito de que se trate. Si la alimentación es de corriente alternada de la línea de canalización de 220 Volt, todos los filamentos de aquellas deben ser para 6,3 Volt, pues el transformador de

considerarse a los cátodos unidos a masa y por consiguiente al punto C del transformador.

No entraremos en mayores detalles de porque la tensión que hay entre D y C, o sea la que está aplicada a la grilla de la válvula superior es igual pero de fase opuesta a la que hay entre E y C, o sea a la grilla de la válvula inferior, por haberlo ya explicado oportunamente, pero buscaremos la manera de obtener una tensión igual a otra pero con fase invertida, sin utilizar el transformador T por ser un elemento costoso, especialmente si se lo desea de buena calidad para que no produzca distorsión en el sonido que nos entregará el amplificador. Todo circuito que solucione este problema se denomina también, inversor de fase.

La figura 132 nos muestra el circuito más usado como inversor de fase que se denomina "*a válvula*". Vemos allí a V_1 que es la válvula preamplificadora que aparece en todos los circuitos y las dos válvulas V_3 y V_4 que forman el amplificador simétrico que ya nos resulta conocido. La válvula V_2 se denomina "*inversora de fase*" y es la encargada de entregar la señal a la válvula V_4 pues la V_3 está excitada directamente por V_1. Para conseguir que V_2 entregue una señal igual a la que suministra V_1 se aplica a su grilla una señal o tensión que se toma del circuito de grilla de la válvula V_3 o sea la tensión que hay entre los extremos de la resistencia de 25.000 Ohm. Por ser ésta diez veces menor que la resistencia de grilla de V_3 y como la válvula V_1 amplifica aproximadamente diez veces resultará que la válvula V_2 nos entregará a su salida una tensión igual a la que entrega V_1. De este modo tenemos aplicadas a las válvulas V_3 y V_4 dos tensiones iguales pero falta ver si esas tensiones son de fase opuesta.

Estudiemos la válvula V_1. Cuando la tensión de grilla aumenta; lo que equivale a decir que la grilla se hace más negativa, la corriente de placa disminuye, lo que permite afirmar que las señales de grilla y de placa de una válvula son de fase opuesta. Ahora bien, si para la válvula V_2 tomamos señal del circuito de placa de la válvula V_1 como es realmente, resultará que las señales de grilla de las válvulas V_1 y V_2 son de fase opuesta. Luego resulta tal como deseábamos que las tensiones de audio aplicadas a las válvulas V_3 y V_4 tienen efectivamente sus fases invertidas, la una con respecto a la otra. De este modo el amplificador simétrico funciona correctamente y en lugar del transformador de la figura 131 estamos empleando la válvula V_2 de la figura 132 lo que resulta mucho más económico. En la práctica el inversor de fase a válvula no se comporta con toda la eficiencia de un transformador perfecto pero supera siempre la calidad de un transformador no tan bueno, por lo que en la imposibilidad de conseguir un transformador ideal

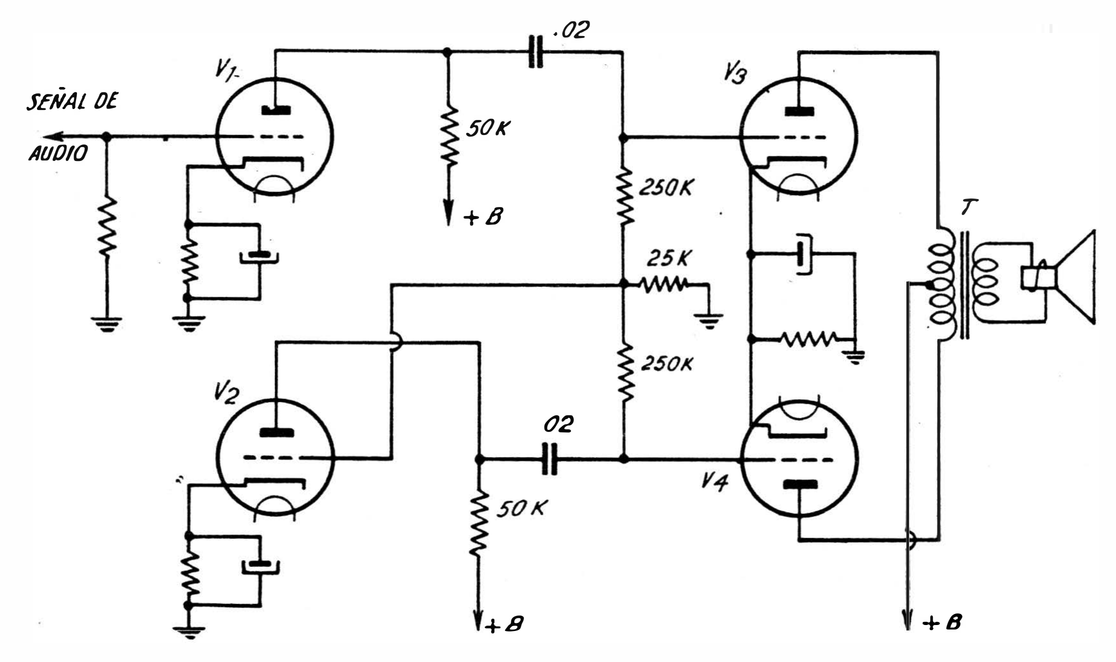


FIG. 132. — Inversor de fase a válvula para un amplificador simétrico.

la fuente de alimentación se encarga de suministrarnos esa tensión mediante un bobinado exprofeso.

Pero es conveniente ir consultando el esquema general de la figura 134 para familiarizarnos con sus diversas partes y las funciones de cada una de ellas. Veamos como se puede hacer para distinguirlas. Las líneas punteadas separan las secciones que integran el amplificador. La primera de ellas contiene el pre-amplificador de micrófono y comprobamos de inmediato que incluye una válvula 6J7, que es un pentodo amplificador de tensión. El micrófono se aplica a la grilla de la misma y en el circuito de placa se obtiene una tensión de audio del orden de un Volt que es lo que se necesita para seguir adelante. Los valores de las resistencias y condensadores que están indicadas en sus respectivas unidades aunque muchas veces se omite la aclaración pertinente. Por ejemplo: .5 significa un condensador de 0,5 microFarad.

La etapa siguiente es el mezclador y en este caso se utiliza una 6F8, doble triodo, que por tener dos grillas permite la entrada de dos señales de audio distintas, una proveniente del fonocaptor y la otra del preamplificador de micrófono. Al estar unidas las dos placas las señales se mezclan y prosiguen su camino en forma conjunta. Las dos vías de entrada tienen su control de volumen independiente formados por sendos potenciómetros de 500.000 Ohm. Las líneas punteadas que rodean algunas conexiones significa que las mismas deben hacerse con cable blindado cuya envoltura metálica se conecta a masa. Saliendo del mezclador podemos pasar a la etapa siguiente.

Hemos llegado así al excitador, formado por dos válvulas 6C5, triodos amplificadores de tensión en disposición simétrica. Por tal motivo a la entrada se ve un transformador inversor de fase cuyo primario recibe la señal amplificada en el mezclador y cuyo secundario tiene dos mitades iguales cada una de las cuales se aplica a la grilla de uno de los triodos. Así llegamos a la etapa final del amplificador.

Se trata del amplificador de potencia, formado por dos válvulas 6L6 en disposición simétrica, que con las tensiones y condiciones adecuadas suministran unos 30 Watt de audio con muy baja distorsión. Obsérvese que las placas llevan una tensión mayor que las pantallas, pues aquellas reciben unos 400 Volt mientras que las segundas están alimentadas con 300 Volt, igual que la etapa previa. Un detalle que llama la atención es que el transformador de salida tiene muchos bobinados. Se trata de un modelo especial que tiene dos primarios, uno para cada placa de las válvulas finales y un secundario que está en el medio de los dos primeros y que se emplea para realimentar con fase invertida las grillas de las válvulas 6L6. Esto se denomina realimentación negativa y tiene por objeto eliminar o por lo menos, reducir la distorsión. Para conseguir ese objetivo hay varios sistemas pero el más simple es el que se ha ilustrado en el esquema. Hay además otros dos secundarios que figuran a la derecha y tienen varias derivaciones. El inferior es para conectar directamente las bobinas móviles de los parlantes, de acuerdo con sus respectivas impedancias. El superior es para conectar una línea larga que va a los parlantes más alejados. los cuales deberán estar provistos de un transformador que se denomina "*de línea*". Es el caso que con amplificador de 30 Watt se puede conectar varios parlantes distribuídos convenientemente en el salón o jardín donde se utilizará el amplificador.

Debajo de todo lo anterior figura la fuente de alimentación que nos resulta conocida. La misma suministra la tensión anódica de 400 Volt para las placas de la 6L6 y la de 300 Volt. para el resto del circuito. En cuanto a los filamentos vemos que el transformador tiene varios bobinados ya que en todos los casos conviene alimentar separadamente los filamentos de las dos válvulas finales. Los bobinados de 2,5 Volt no se emplean y hay transformadores que no los tienen. Todo el conjunto está contenido en un chasis grande y generalmente provisto de una cubierta con persianas de ventilación. La llave que figura a la entrada de la línea de alimentación pone en marcha el equipo. Allí también debe conectarse el motor de tocodiscos.

Un amplificador de C. A. y C. C.

Al ocuparnos de un amplificador para ser alimentado con corriente alternada, no hicimos referencia a la posibilidad de cambio de destino del equipo. En efecto, la red eléctrica de distribución puede ser de corriente alternada o corriente continua, pero una sola de ellas. Claro está que si se conoce de antemano tal circunstancia, sería fácil diseñar un circuito que sea apto para la clase de corriente disponible. Casi siempre la tensión de servicio es de 220 Volt, salvo casos especiales en la campaña, a bordo de embarcaciones o en automóviles, etc.

El diseño para corriente alternada exclusivamente ya fué tratado. En el caso de corriente continua, no resulta práctico efectuar el proyecto para esa sola clase de corriente y se prefieren equipos que funcionen indistintamente con cualquiera de las dos clases de corriente. Desde el momento en que continua no se puede usar trans-

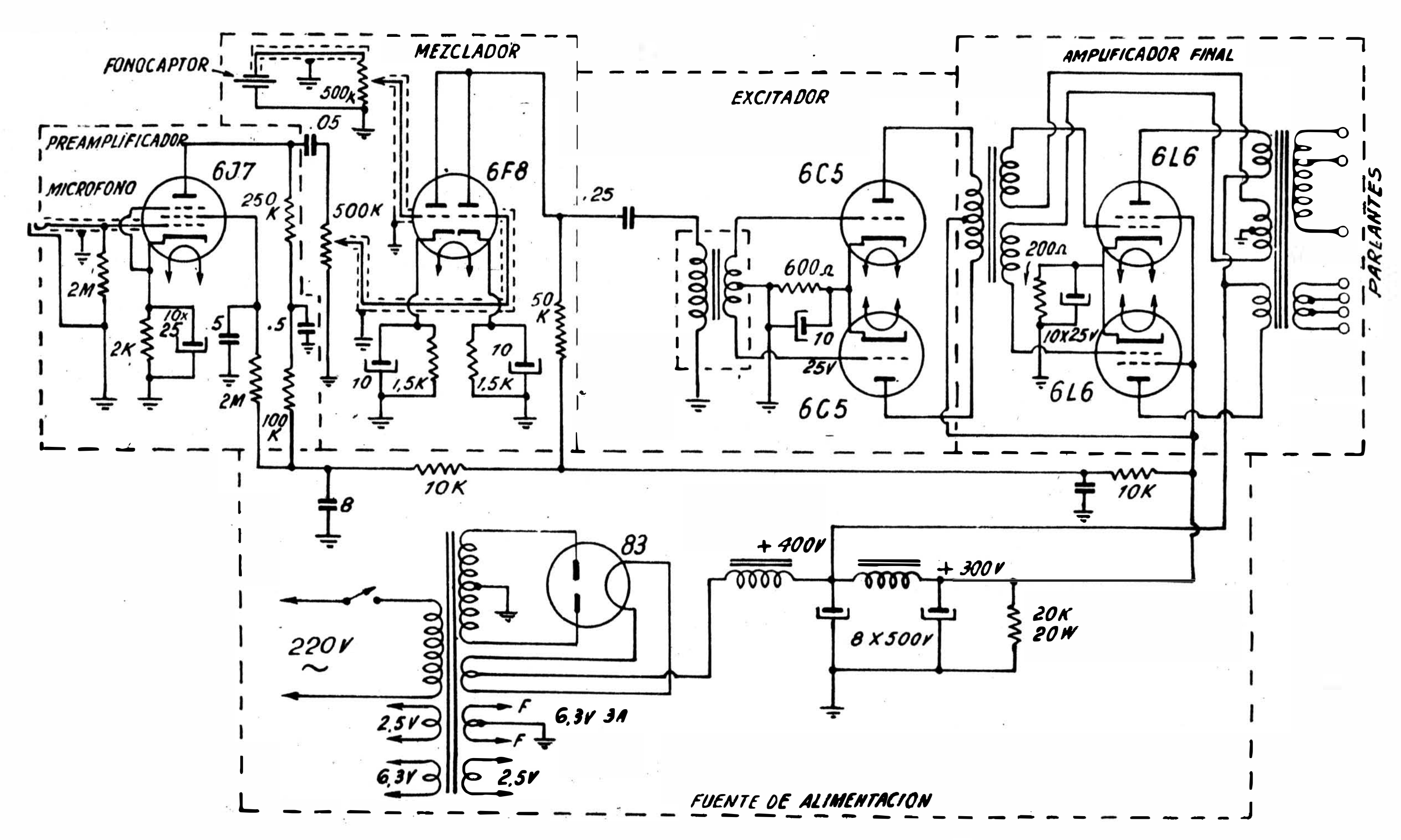


FIG. 134. — Esquema completo de un amplificador de audiofrecuencia de 30 Watt de salida.

formadores, no será posible rebajar la tensión de la red hasta los clásicos 6,3 Volt para los filamentos de las válvulas y entonces no quedará otro recurso que alimentar todos ellos en serie.

Pero yendo al grano, en la figura 135 se muestra un circuito de un amplificador de audio para ambas corrientes. Su potencia de salida es alrededor de los 15 Watt. Tiene la etapa final en disposición simétrica de válvulas en paralelo, para duplicar la potencia de la simple.

Entrando en la descripción del circuito, vemos en primer lugar a la izquierda y arriba el preamplificador del fonocaptor, que es un doble triodo 6C8 y que por lo tanto oficia también de mezclador. A una de las grillas llega la señal del fonocaptor después de pasar por uno de los controles de volumen, que es el potenciómetro de 500.000 Ohm. Un poco más abajo vemos al amplificador de micrófono con una válvula 6SJ7. Como esta unidad se puede adquirir ya preparada en el comercio, se la suele representar de la manera en que aparece en el esquema. La salida del pre amplificador de micrófono se aplica al otro control de volúmen, que es también un potenciómetro de 500.000 Ohm, y de allí vamos a la otra grilla de la 6C8.

En los amplificadores modernos se emplean comúnmente ecualizadores o reforzadores de tono. Consisten estos circuitos o conjuntos en una asociación de elementos que provoca una mayor ganancia en la amplificación de las frecuencias más bajas y las más altas de audio. Dicho en otras palabras, se refuerzan los tonos graves y los agudos del sonido. En el circuito que estamos describiendo encontramos estos reforzadores y son, para los graves o "*bajos*" el choque o inductancia con núcleo de hierro en serie con un potenciómetro y para los agudos o "*altos*" el condensador de 0,005 mfd, en serie con otro potenciómetro. Ambos potenciómetros permiten regular a voluntad la proporción de graves y agudos en el sonido obtenido en el parlante.

Así las cosas pasamos a la etapa final, formada por cuatro válvulas 25L6 conectadas de a dos en paralelo en disposición simétrica. Se notará que en serie con las grillas de las cuatro válvulas aparecen resistencias de 1.000 Ohm, que tienen por objeto evitar oscilaciones de audiofrecuencia que se traducen en silbidos sumamente molestos en los amplificadores. En las placas aparece conectado el transformador de salida que viene indicado con los colores de sus respectivos terminales, aunque este detalle corresponde a una de las tantas fábricas, y se da a solo título informativo, pues en cada caso hay que verificar con el prospecto que se entrega conjuntamente con el transformador.

La fuente de alimentación para este equipo prevé la conexión en serie de todos los filamentos, con un consumo de corriente sobre la línea de 0,3 Amper. Como la suma de todas las tensiones de las válvulas y del foquito shuntado es de unos 190 Volt, debe compensarse hasta 220 Volt, o sea los 30 Volt excedentes con una resistencia de 100 Ohm, de alambre, en serie con todos los filamentos. Esta resistencia se indica en la figura y debe ser de unos 75 Watt de disipación.

Para la alimentación de placas y pantallas, y atendiendo al consumo total de todas las válvulas, se han colocado tres rectificadores en paralelo, siendo cada uno de ellos un doble diodo, con lo que tenemos en total unos 6 diodos en paralelo. De este modo el equipo funcionará correctamente. El filtro a la salida de la rectificación está formado por dos impedancias de núcleo de hierro y tres condensadores electrolíticos. Así se consigue eliminar prácticamente por completo el zumbido residual que resulta tan molesto en los amplificadores de audio, especialmente cuando se emplean parlantes de diámetro grandes pues magnifican los tonos graves, y el zumbido residual tiene una frecuencia de 50 ciclos.

La disposición de elementos, ubicación en el chasis y demás detalles de carácter práctico pertenecen a la técnica del armado, de modo que no corresponde sea explicado aquí, aunque algunas cuestiones de índole general fueron mencionadas al describir el amplificador para corriente alternada, el cual, con la salvedad de la diferente alimentación, tiene con éste mucho en común.

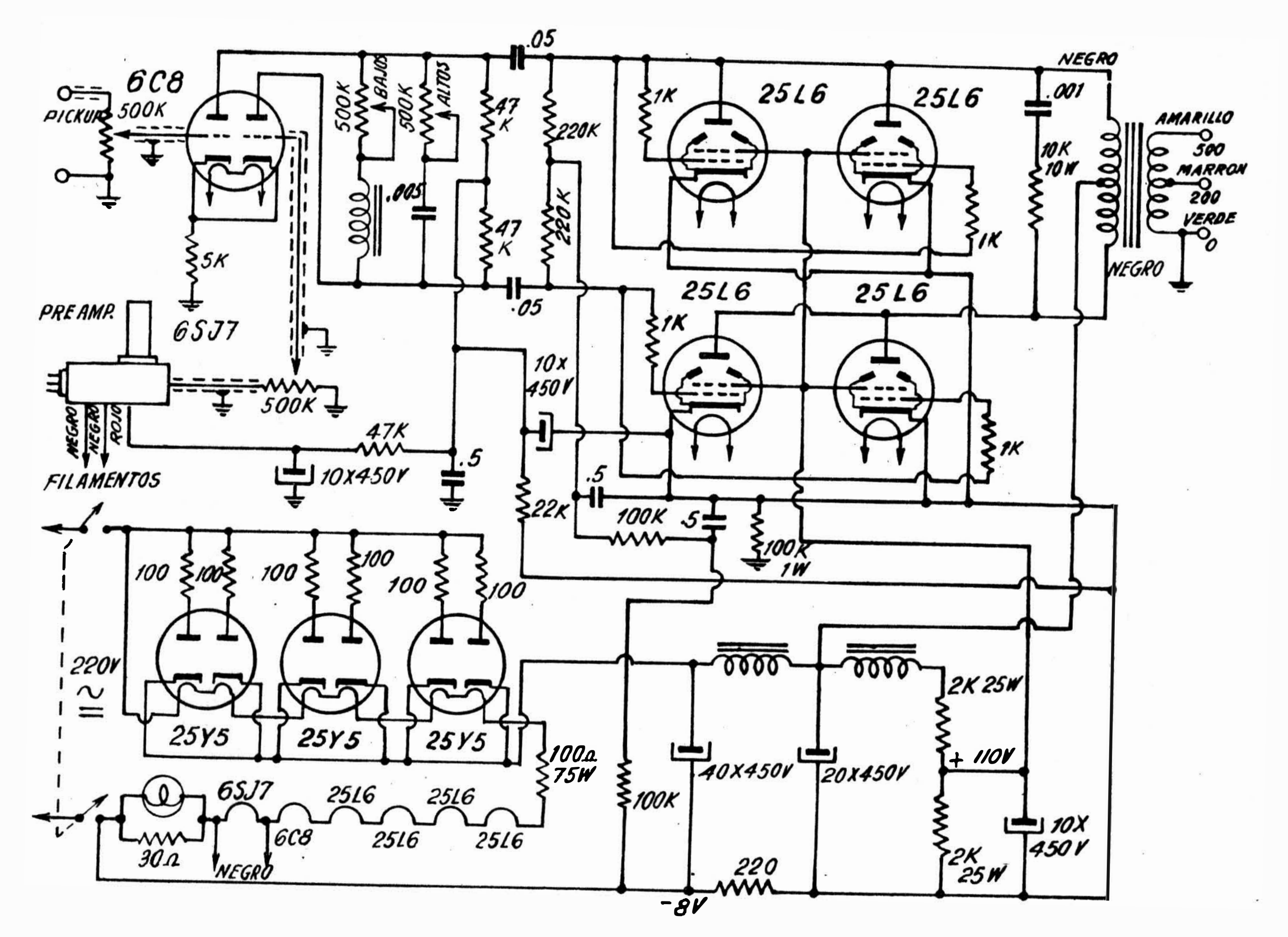


Fig. 135. — Esquema completo de amplificador para ambas corrientes de 15 Watt de salida.

Día 7

OSCILACION ELECTRICA

Qué es una oscilación eléctrica

La palabra oscilación tiene un significado popular que es enteramente similar al fenómeno eléctrico que lleva ese nombre. Veamos la figura 136 que nos muestra un péndulo. Se trata sim-

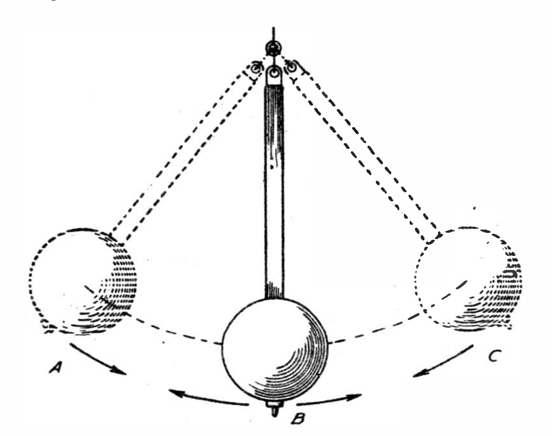


Fig. 136. — El péndulo representa una oscilación mecánica.

plemente de un peso colgado de una barra articulada en su parte superior que le permite moverse con facilidad en ambas direcciones. Si lo llevamos hasta la posición A y lo soltamos irá hasta la posición C, volverá a la A, nuevamente a la C y así sucesivamente, pasando todas las veces por la posición central B. A esto se lo llama oscilación del péndulo y todo movimiento de vaivén rítmico acompasado de cualquier objeto toma también el nombre de oscilación.

Analicemos un poco desde el punto de vista de la física el fenómeno. En la posición A, el cuerpo tiene lo que se llama energía potencial y al soltarlo la misma se transforma en energía cinética o de movimento. Al llegar a la posición C, la cinética se ha gastado pero aparece nuevamente la energía potencial para transformarse inmediatamente otra vez en cinética y así cada vez que se cumple una oscilación. En la práctica el péndulo no oscila eternamente como lo supondría un concepto puramente teórico, ya que se produce un rozamiento en la articulación superior y otro rozamiento con el aire al moverse el péndulo. A consecuencia de ello las oscilaciones se van amortiguando hasta que finalmente el péndulo queda detenido en B. La amortiguación se nota porque las posiciones extremas A y C que alcanza el péndulo en cada oscilación, están cada vez más cerca de B.

Veamos ahora el fenómeno eléctrico que puede considerarse equivalente. La figura 137 nos muestra un circuito conocido donde vemos que se está cargando un capacitor mediante una batería. Para ello basta tocar con dos cables, conectados cada uno de ellos a uno de los polos de la batería, las dos placas del capacitor. Un capacitor cargado representa lo que puede llamarse energía eléctrica potencial porque hay en él cargas eléctricas que se pondrán en movimiento en cuanto se le ofrezca un camino, es decir en cuanto se forme un circuito cerrado con materiales conductores. Esas cargas eléctricas que estarán en movimiento podrían representar algo así como una energía eléctrica cinética. Pero para comprender mejor el fenómeno acudimos a la figura 138 que nos muestra elementos conocidos.

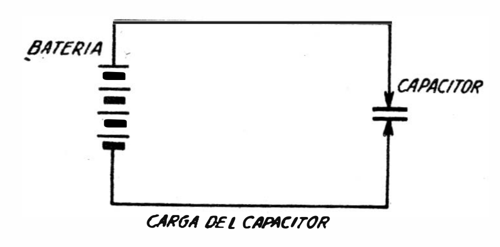


Fig. 137. — Carga de un capacitor con una batería.

Al lector:

Y bien, ahora conocemos ya bastante sobre amplificadores y la misión de las válvulas en los mismos. Cuando acudimos a una reunión donde se escucha música, podemos terciar en la conversación sobre el tipo de amplificador, los parlantes, tocadiscos, etc. Pero no imaginemos que eso es todo lo que puede hacerse con las válvulas, pues hay otras funciones a cumplir, tal como lo anticipamos al final del tercer día de estudio. Las válvulas sirven también para oscilar, detectar, modular, etc. y esas funciones son bastante más interesantes y complejas que la de amplificar.

Debemos comprender que las válvulas, pese a su pequeñez, son los dispositivos más completos y útiles en Radio, y que, en realidad, están para servir nuestra voluntad. Nosotros podemos obligarlas a realizar muy diferentes tareas, podemos hacerlas trabajar descansadamente o agitadamente, podemos hacer que hagan más de un trabajo por vez, en fin, que son una suerte de "robots" a nuestro servicio.

Pero antes de hacernos muchas ilusiones respecto de ellas tenemos que estudiar un poco mejor su comportamiento, y eso es lo que nos proponemos hacer ahora. De paso, necesitaremos recordar algo sobre la corriente alternada y las ondas, tema de nuestro segundo día, pues nos será útil. Adelante pues con la tarea...

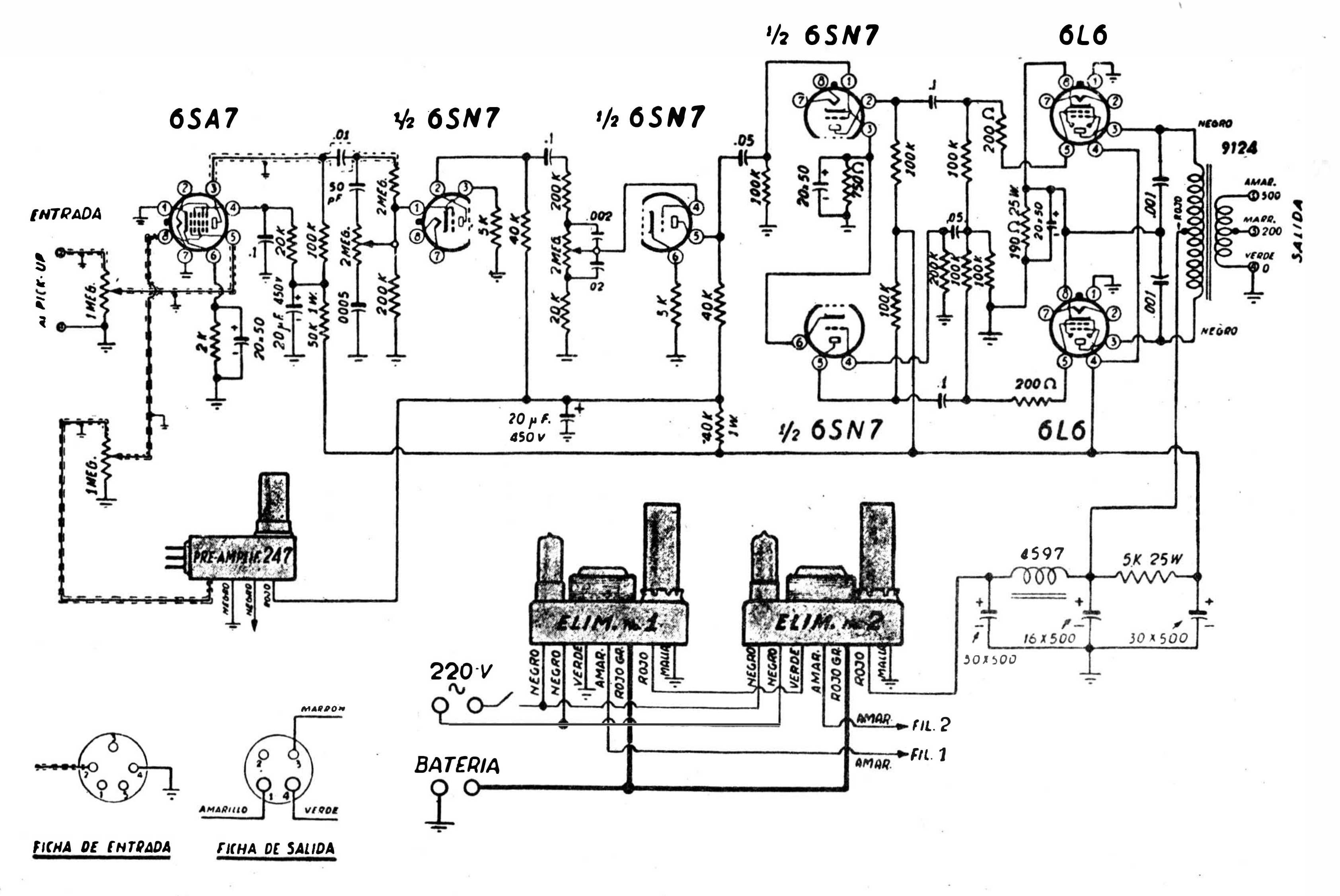


FIG. 258. — Amplificador de audiofrecuencia de 30 Watt de salida que puede usarse indistintamente en la red de 220 Volt de alternada o con una batería de 6 Volt. Se emplearon elementos UCOA.

Vemos allí un capacitor C que está conectado a una bobina L. Previamente hemos cargado al capacitor C en la forma como se vió en la figura 137 y después lo conectamos al circuito de la figura 138. Al haber un circuito eléctrico cerrado que parte de unas de las placas del capacitor, pasa por la bobina y llega hasta la otra placa, el capacitor se descarga. Esta descarga no es otra cosa

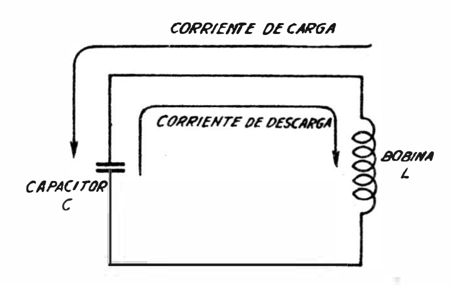


Fig. 138. — Pricipio de la oscilación eléctrica.

que una corriente eléctrica que recorrerá la bobina. ¿Qué ocurre cuando circula corriente por un bobinado? Que si esa corriente es variable como lo es la que estamos considerando, se producirán fenómenos electromagnéticos, es decir que habrá un campo magnético variable que dará origen a una nueva corriente eléctrica, la cual cargará al capacitor. Hemos dicho que esa corriente era variable y ello es lógico porque, en el instante inicial no existe, comienza a circular y después se termina. A la corriente que ocasiona el capacitor, la denominamos corriente de descarga y a la que se origina en la bobina la hemos denominado corriente de carga.

En cuanto el capacitor se ha cargado nuevamente volvemos al instante inicial, es decir que se descargará sobre la bobina, en ésta se producirán los fenómenos electromagnéticos y aparecerá otra vez una corriente de inducción que cargará el capacitor. Así sucesivamente irá repitiéndose el fenómeno transformándose la carga estática o potencial del capacitor en corriente dinámica o cinética, que es la que recorre el circuito. Observemos simultáneamente las figuras 136 y 138 y veremos enseguida la similitud existente. En la figura 138 las cargas eléctricas pasan de C a L, luego de L a C, nuevamente de C a L y así siguiendo. Por esta razón a este fenómeno se lo denomina oscilación eléctrica y al circuito: "circuito oscilante".

Así como la oscilación del péndulo se amortiguaba por los efectos propios del sistema como eran el rozamiento de la articulación con el aire, la oscilación eléctrica también se amortiguará y para mantenerla debemos quitar el capacitor del circuito, cargarlo y colocarlo nuevamente. ¿Por qué se amortigua la oscilación eléctrica? Por una razón similar a la del péndulo. Hay un rozamiento eléctrico que no es otra cosa que la resistencia que ofrecen los conductores del circuito, incluído el alambre con que está hecha la bobina. Parte de la energía eléctrica que está en juego durante cada oscilación se transforma en calor pues los conductores se calientan, muy poco, pero ello absorbe después de unas cuantas oscilaciones toda la energía eléctrica disponible La oscilación eléctrica termina y así como el péndulo quedaba en reposo, en el circuito de la figura 138 son los electrones los que quedan en reposo después de haber estado oscilando de C a L, de L a C, etc.

Es interesante destacar que para mantener la oscilación eléctrica no hace falta sacar el capacitor para cargarlo y luego colocarlo nuevamente, ya que puede disponerse un agregado al circuito que le suministre la energía eléctrica, suficiente para compensar las pérdidas que se producen en el mismo por transformación de la corriente en calor. El circuito eléctrico así completo toma el nombre de oscilador y será estudiado más adelante. Por ahora podemos adelantar que los osciladores forman parte de todos los transmisores y receptores que existen actualmente y que cada vez se desea producir una señal de radio hay que construir un oscilador, ya que oportunamente veremos que el circuito oscilante puede diseñarse de tal manera que además de mantener las oscilaciones puede sacarse de él energía eléctrica para enviarla a otra parte.

Resonancia eléctrica

Para explicar este tema debemos recordar el comportamiento de las bobinas y los capacitores cuando se los aplicaba a circuitos de corriente

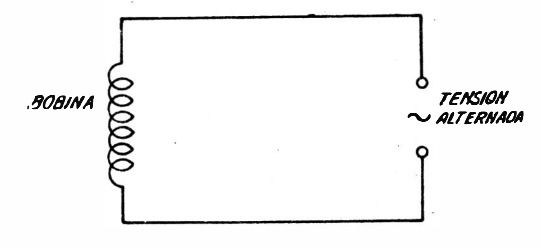


Fig. 139. — Principio del fenómeno de autoinducción.

alternada. Una bobina recorrida por corriente alternada, según el esquema de la figura 139, da origen constantemente a fenómenos magnéticos variables que en la misma bobina producen fenómenos eléctricos, todo lo cual se denomina "*autoinducción*". En otras palabras, en la misma bobi-

na aparece una tensión eléctrica que no es la aplicada al circuito sino una nueva, producto de todos los fenómenos mencionados. Como una tensión da origen a una corriente y el resultado de la inducción se opone a la causa que le da origen, ocurrirá que la intensidad de corriente que circula por el bobinado será menor que si aplicáramos una tensión continua. Por eso hemos dicho que el bobinado tiene una cierta resistencia eléctrica, pero en circuitos de alternada presenta una resistencia mayor que toma el nombre de *"impedancia"*. La impedancia de una bobina es tanto mayor cuanto más alta sea la frecuencia de la corriente alternada y por supuesto cuanto más espiras tenga el bobinado.

Si nos referimos a un capacitor conectado como se ve en la figura 140, sabemos que si la tensión aplicada fuera continua no habría circulación de corriente eléctrica, pero como es alternada puede hablarse de una corriente circulante que encuentra una cierta resistencia en dicho capacitor, que también se denomina *"impedancia"*. En ambos casos la impedancia es el resultado de la resistencia común en corriente continua y el efecto adicional que se produce por tratarse de corriente alternada. Para el caso del capacitor, siendo de buena calidad, no tiene resistencia, de modo que todo es impedancia pura, pero en la bobina hay resistencia del alambre que la forma. Si descontamos esa resistencia todo lo que se agrega para mar la impedancia se denomina *"reactancia"*.

Por razones que no son muy fáciles para explicar aquí la suma de la resistencia y de la

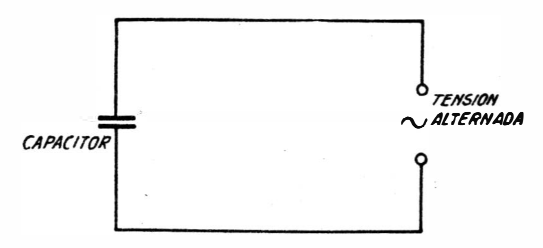


Fig. 140. — El capacitor presenta impedancia a la corriente alternada.

reactancia no puede ser una suma aritmética común, pero basta saber esto para evitar errores. Quedamos entonces en que en el caso del capacitor, la reactancia del mismo es prácticamente igual a la impedancia y en el caso de la bobina la impedancia es mayor que la reactancia. En ambos casos la resistencia no depende de la frecuencia, pero la reactancia de una bobina es tanto mayor cuanto mayor es la frecuencia mientras que en el capacitor ocurre a la inversa, la impedancia disminuye cuando la frecuencia es elevada. Por supuesto que las dos reactancias dependen de las características constructivas, y en el caso de los bobinados será del número de espiras y de las dimensiones.

Pasaremos ahora al circuito de la figura 141 que nos muestra que se ha conectado en paralelo

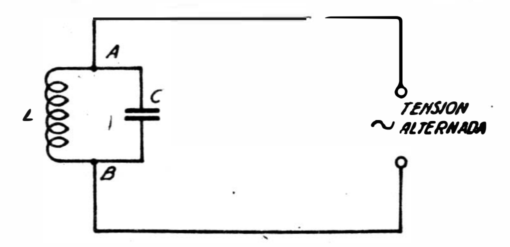


Fig. 141. — La bobina y el capacitor forman un circuito resonante.

una bobina con un capacitor, lo que ya hemos conocido con el nombre de circuito oscilante, pero en esta ocasión no cargamos al capacitor con corriente continua, como en el oscilador, sino aplicamos al conjunto una tensión alternada. Nos interesa saber lo que ocurre entre los puntos A y B del circuito, es decir en la conexión en paralelo de la bobina L y del capacitor C. La bobina tiene una cierta reactancia, de un valor determinado y el capacitor tiene también un valor de reactancia. Podría calcularse el valor de la impedancia del conjunto de los dos elementos conectados en paralelo con lo cual se sabría cual es la intensidad de corriente que este circuito absorbe de la toma de tensión. Claro que esa impedancia dependerá de la frecuencia de la tensión alternada que se aplica, y ahora viene lo interesante: como las dos reactancias, la de L y la de C dependen de la frecuencia y precisamente la de la bobina aumenta cuando la frecuencia aumenta y la del capacitor disminuye al aumentar la frecuencia, va a ocurrir que para una cierta frecuencia la reactancia de la bobina es igual a la reactancia del capacitor. A esta condición especial del circuito se la denomina *"resonancia"*.

Cuando el circuito está en resonancia la impedancia aumenta enormemente y por consiguiente la intensidad de corriente se reduce a un mínimo. Precisamente este detalle es lo que permite ajustar un circuito a resonancia midiendo la intensidad de corriente que circula por él y buscando que sea mínima. Claro está que con lo que hemos explicado hasta ahora, para hac r que una bobina y un capacitor entren en resonencia hay que buscar de variar la frecuencia hasta obtener el valor de la misma para lo cual la reactancia de L es igual a la reactancia de C.

En la práctica es más común buscar la reso-

nancia sin variar la frecuencia, puesto que generalmente se dispone de tensiones alternadas de frecuencia fijas y conocidas. ¿Cómo podemos hacer entonces para hacer entrar en resonancia el circuito? Como el valor de las reactancias además de depender de la frecuencia depende de los detalles constructivos, pueden variarse éstos. En el caso de la bobina podría variarse la reactancia tomando más o menos espiras y en el caso del capacitor utilizando un modelo variable. Es lógico pensar que es mucho más sencillo variar la capacidad de un capacitor, que el número de espiras de una bobina, por lo cual el circuito nos quedaría en la forma como se ilustra en la figura 142, es decir con una bobina fija y un capacitor variable. Ahora aplicamos una tensión alternada y hacemos entrar al conjunto en resonancia, variando la capacidad del capacitor C. Hay que hacer una aclaración y es que los valores de la bobina y del capacitor estarán calculados previamente para que pueda producirse el caso de resonancia.

Veamos una aplicación de esto. En la figura 143 hemos colocado una antena para captar señales de radio. A esta antena llegarán las señales irradiadas por todas las estaciones transmisoras que están en la zona donde tenemos la antena, de manera que en la bobina de antena circularán corrientes hacia tierra de todas esas señales, que son de distintas frecuencias. Colocamos una segunda bobina L arrimada a la bobina de antena,

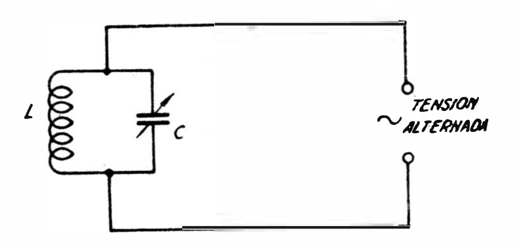


Fig. 142. — Para provocar la resonancia el capacitor debe ser variable.

de tal manera que en ella se introducirán corrientes correspondientes a las señales de radio captadas.

Pero esta bobina va conectada en paralelo con un capacitor variable C y entonces podemos variar la capacidad de C hasta hacer entrar en resonancia al conjunto para la frecuencia de una de esas señales, precisamente aquella que nos interesa. Como al entrar en resonancia la impedancia del conjunto se hace muy grande para esa frecuencia y no para las otras, podemos obtener una tensión alternada correspondiente a la señal elegida para ser llevada a un dispositivo capaz de transformarla en sonido y escuchar así la transmisión que nos interesa. El circuito que se comporta de esta manera se llama *"circuito sintonizado"* porque la operación de elegir una señal entre varias mediante el proceso de la resonancia,

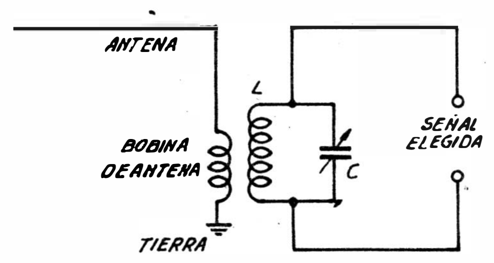


Fig. 143. — Esquema de principio de un circuito de sintonía.

se llama *"sintonía"*. todos los receptores de radio emplean este principio, es decir que a la entrada de los mismos hay un circuito sintonizado que tiene un capacitor variable con el cual elegimos, o sea sintonizamos, una señal de radio de las que capta la antena. Huelga comentar la importancia que tiene la resonancia en el estudio de la radio.

Qué es un oscilador

Después de conocer la oscilación eléctrica y el fenómeno de resonancia, podemos seguir adelante con la explicación de los circuitos de radio. Hemos tratado ya los amplificadores de audiofrecuencia, es decir los reproductores eléctricos de sonido y hasta ahora no hemos necesitado hacer intervenir las señales de alta frecuencia como son las ondas de radio y en general las que llamaremos en adelante corrientes o tensiones de *"radiofrecuencia"*.

Es indispensable ahora ocuparnos de cómo se producen tales señales mediante circuitos denominados *"osciladores"*. En primer lugar aclaremos que la denominación proviene del hecho de que una corriente alternada, al cambiar constantemente y rítmicamente el sentido de circulación, puede ser asimilada al fenómeno físico de la oscilación de un péndulo por lo que se la denomina *"oscilación eléctrica"*. Luego, al dispositivo o circuito capaz de producir una corriente alternada se lo denomina *"oscilador"*. Retomemos entonces el circuito que teniamos en la figura 138 y veamos como evitamos la desaparición de la oscilación que allí se producía.

La solución no es tan simple como parece, pues las pérdidas se producen directamente en la señal, o sea en la corriente alternada, así que no podemos seguir entregando corriente continua como

hicimos al principio para cargar al capacitor sino que tenemos que tomar la misma señal obtenida para realimentar el circuito. Necesitamos entonces un dispositivo que nos amplifique la señal de alternada y que consuma otra clase de energía eléctrica. Tal dispositivo no es otra cosa que la

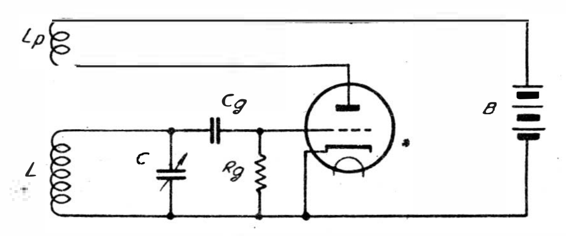


Fig. 144. — Esquema de un oscilador de realimentación inversa.

válvula termoiónica que consume corriente para alimentar sus electrodos pero nos amplifica la señal aplicada a la grilla, obteniéndose en el circuito de placa una señal de mayor tensión que la de entrada.

Veamos al efecto la figura 144 que nos muestra un oscilador ya en todo el sentido de la palabra. La válvula tiene conectada a su circuito de grilla el conjunto resonante LC y la tensión alternada que se produce en el mismo resulta amplificada en la placa, pero en este circuito se intercala la bobina L_p que está colocada muy cerca de la bobina L de tal modo que el campo magnético que produce la primera barre a la segunda reforzando la señal que existe en ella. Como la corriente que pasa por la bobina L_p tiene las mismas variaciones que la tensión que se induce en la bobina L, estamos produciendo la realimentación que se buscaba. Nuestro oscilador es ya perfecto pero falta explicar la misión que cumplen algunos otros elementos que aparecen en la figura. Por ejemplo la resistencia Rg tiene por objeto dar a la grilla la polarización debida, es decir una tensión continua. Como la señal que entrega el circuito resonante en parte hace circular una pequeña corriente por esa resistencia, se produce en la misma una caída de tensión que es la que nos da la poralización buscada. Pero ahora tendríamos el inconveniente que teniendo que haber entre grilla y cátodo una tensión continua, la misma se descargaría a través de la bobina L por lo cual se debe colocar el capacitor Cg para evitar esa descarga. La tensión positiva para que trabaje la placa de la válvula, se suministra mediante la batería B. Ahora tenemos el oscilador completo y la señal obtenida puede extraerse tanto del circuito de la placa como del circuito de grilla. La frecuencia de esta señal está dada por la que corresponde a la resonancia de la bobina L con el capacitor C, es decir de sus características constructivas, lo que equivale a decir que puede calcularse de antemano. Si se desea variar la frecuencia de las señales producidas por nuestro oscilador, debe alternarse la inductancia de la bobina o la capacidad del capacitor. Siendo más sencillo esto último, para hacer un oscilador de frecuencia variable se coloca en lugar de C un capacitor variable. El oscilador de la figura 144 suele denominarse de realimentación inversa.

Desde el momento que la corriente de placa circula también por el cátodo de la válvula no es necesario hacer dos bobinas para el circuito oscilador pues basta disponer una sola con una derivación tal como se ve en la figura 145 que corresponde al llamado "*oscilador Hartley*". Vemos allí que el conjunto resonante está formado por la bobina L completa desde A hasta D y del capacitor C. El cátodo se conecta a la derivación B de manera que la corriente de placa circula por el tramo BD y con ello los fenómenos magnéticos que se producen en esta sección barren el resto de la bobina L, produciéndose la

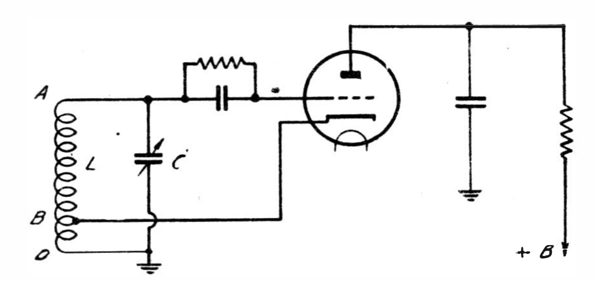


Fig. 145. — Esquema del oscilador Hartley.

realimentación necesaria. Para completar el oscilador aparecen en el circuito de grilla la resistencia y el capacitor de polarización conectados un poco diferente al circuito de la figura 144 pero tiene, la misma finalidad que allí. La placa se alimenta desde una fuente de tensión continua B y para que la señal encuentre un retorno cómodo hacia el punto D de la bobina se coloca un capacitor entre placa y masa. Lo mismo que en caso anterior para hacer variable la frecuencia de este oscilador, se hace variable al capacitor C.

La señal generada por los osciladores, convenientemente amplificada, puede ser irradiada al espacio si se la envía a una antena y tenemos así la expresión más simple de un transmisor radioeléctrico. Falta ver cómo hacemos para que esta señal lleve consigo el sonido, que es nuestro tema inmediato.

Al lector:

El tema tratado en el día que acaba de transcurrir es uno de los más apasionantes de la radio. Téngase en cuenta que la radio misma se debe a las oscilaciones, y que de no haberlas conocido no tendríamos ni teléfono, ni radio, ni televisión... En el tema que estamos estudiando usamos un oscilador en los receptores superheterodinos modernos y por ese motivo tenemos que aprender el funcionamiento de aquél para comprender el de éstos. Pero aunque no hubiéramos necesitado aplicar un oscilador a los receptores, de igual modo hubiera sido indispensable estudiar su funcionamiento por lo que significa en Radio el conocer cómo se generan las señales, las cuales debemos someter a otros procesos para que nos sirvan para transportar el sonido a través de la distancia. De este interesante problema nos ocuparemos en la jornada que sigue, y desde ya recomendamos dedicarle toda la atención que el tema merece, pues es muy importante.

Día 8

MODULACION Y DETECCION

Qué es modulación

Conocemos ya las ondas, es decir las señales de radio que no son otra cosa que corrientes de frecuencias muy altas algo así como un millón de ciclos por segundo o más. Sabemos que estas señales pueden ser irradiadas al espacio y captadas por una antena para aplicarlas a un receptor y de este modo reproducir la música en un altoparlante, música que fué captada por un micrófono en el estudio de transmisión. Dicho así a la ligera el problema parece muy sencillo pero si analizamos lo que se puede hacer con las explicaciones dadas hasta el presente, notamos de inmediato que nos falta un eslabón en la cadena.

En efecto, una señal de radio es una tensión o una corriente de muy alta frecuencia, producida por un oscilador cuyo funcionamiento conocemos. No hay ningún inconveniente en amplificar esta señal hasta hacerla de gran potencia, por ejemplo de miles de Watt, para que la antena emisora irradie una energía considerable que alcance grandes distancias. Para tener una idea, mencionaremos la estación LR1, Radio El Mundo de Buenos Aires cuya señal tiene en la antena una potencia de 50 Kilowatt. Por otra parte sabemos que un micrófono proporciona una corriente o una tensión también alternada cuya frecuencia está comprendida entre unos 30 ciclos hasta unos 15.000 ciclos por segundo, y que se la denomina "*señal de audiofrecuencia*". Esta señal no puede ser irradiada al espacio pero necesitamos llevarla a través del mismo para entregarla al altoparlante que la volverá a convertir en sonido. Queda así descubierto el eslabón que faltaba, es decir la manera cómo puede hacerse para transportar la señal de audiofrecuencia siendo que sólo las señales de altas frecuencias, es decir las llamadas "*radiofrecuencias*", viajan a través del espacio.

La solución del problema se realiza haciendo que la señal de radiofrecuencia sirva de vehículo o sea que realice la operación de "*portadora*" de la señal de audiofrecuencia. Dicho en otros términos, la señal de sonido se inyecta o se aplica a la señal de radio para que ésta la lleve hasta los receptores. La operación mediante la cual se consigue lo antedicho se denomina "*modulación*".

Veamos la figura 146 que nos muestra la representación gráfica de tres ondas o señales. La primera es una señal de radiofrecuencia (R.F.) que tiene amplitud constante, tal como la entrega un oscilador. Su frecuencia puede ser cualquiera,

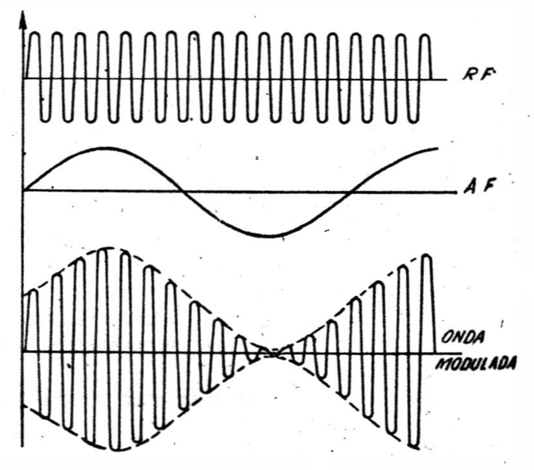


FIG. 146. — Mecanismo de la modulación de una onda.

aunque en la práctica a cada estación transmisora se le asigna una frecuencia determinada que debe ser mantenida rigurosamente constante. La segunda onda que vemos es de audiofrecuencia o sea la corriente producida por un sonido en el micrófono. No nos interesa si ha sido o no amplificada, pues sólo observamos que su fre-

cuencia es mucho menor que la anterior. En la figura la onda de R.F. tiene aproximadamente una frecuencia veinte veces mayor que la de audiofrecuencia (A.F.) pero en la práctica la diferencia suele ser mucho más grande. Observemos ahora la tercer onda de la figura 146. La misma tiene la frecuencia de la primera o sea la misma cantidad de ciclos por segundo que la que se ve más arriba en el dibujo de manera que continuará siendo una onda de radiofrecuencia. Su amplitud o sea la altura máxima en cada ciclo no se mantiene constante sino que varía continuamente pero siguiendo una ley que es precisamente la forma de la onda de audiofrecuencia. En efecto observemos que la línea punteada que

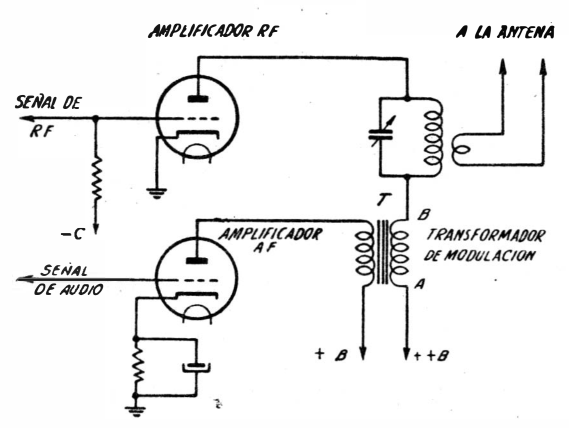


FIG. 147. — Esquema correspondiente a la modulación en placa.

envuelve los picos máximos de los ciclos de R.F. es coincidente con la onda de A.F., tanto si consideramos la parte de arriba del eje como la que está hacia abajo. Esta señal así modificada toma el nombre de "*onda modulada*". La señal de R.F. que sirvió de base se llama "*onda portadora*" y la señal de audiofrecuencia que sirvió para dar la forma de variación de amplitud se llama "*envolvente de modulación*" o directamente, en el lenguaje sintético de los aficionados "*modulación*".

Vemos ahora cómo se consigue modular a una onda de radiofrecuencia, pues este es el secreto de la obtención de las ondas de radio tal como llegan al receptor. Hay varios procedimientos para modular una señal pero describiremos el más generalizado que es a la vez el más simple, puesto que nuestro objeto no es tratar todos los circuitos posibles, sino los más usuales. La figura 147 da el esquema de la llamada "*modulación en placa*" puesto que se realiza en el circuito de placa del amplificador final de radiofrecuencia del transmisor.

Vemos allí que este amplificador final de R.F. recibe en su grilla la señal proveniente del oscilador que la genera, o de las etapas amplificadoras previas. El circuito de placa de esta etapa está sintonizado mediante un capacitor variable a la frecuencia que corresponda y la bobina de ese conjunto resonante tiene aplicado un secundario que va a la antena. La alimentación de corriente continua que debe aplicarse a esta válvula está obligada a pasar por el secundario de un transformador T, cuyo primario pertenece al circuito de placa de la válvula final de un amplificador de audiofrecuencia que comienza en el micrófono y que tiene varias etapas preamplificadoras. De todo el conjunto de válvulas que puede haber en el equipo transmisor sólo nos interesan las dos que aparecen en la figura y en realidad podríamos decir que nos ocuparemos solamente de lo que ocurre entre los puntos A y B del transformador de modulación.

En el secundario de ese transformador aparece una tensión eléctrica alternada de audiofrecuencia, inducida por la corriente que circula por el primario, que sigue todas las variaciones de la señal producida en el micrófono, es decir la forma de onda y la frecuencia. Luego la corriente continua de placa que absorbe el amplificador de R.F. no será más de amplitud constante sino que esa tensión de audio le imprimirá variaciones como las propias. Luego la señal de radiofrecuencia no podrá tener amplitud constante sino que cuando la corriente anódica de placa se reduce los ciclos de la radiofrecuencia deben reducir su amplitud y cuando aumenta pueden ser mayores. De este modo la señal en el circuito de placa del amplificador de R.F. tendrá las características de la onda modulada que se ve en la figura 146.

Es así como hemos conseguido imprimir a una señal de alta frecuencia variaciones en su amplitud que responden a una ley que no es otra cosa que la señal de audio que tuvo su origen en el micrófono. La onda modulada obtenida es irradiada por la antena y captada por los receptores, donde debe extraerse nuevamente la envolvente de modulación para llevarla al altoparlante. Pero esto es ya nuestro tema inmediato.

Qué es detección

Ya sabemos cómo se hace para imprimir a una señal de radiofrecuencia otra que corresponde al sonido mediante variaciones de la amplitud de cada ciclo de modo tal que no se altere la frecuencia de la señal. Con esto esa señal se convierte en una onda que viaja a través del espacio y llega hasta los aparatos receptores distribuídos

en toda la zona donde se sintoniza la estación emisora. La señal de radiofrecuencia modulada tiene el aspecto que se ve en la figura 148, es decir su frecuencia es del orden de los millones de ciclos por segundo, pero cada ciclo tiene distinta amplitud que el siguiente y todas las crestas forman una figura que es también una sinusoide que corresponde a la onda de sonido. Debido a la gran cantidad de ciclos de radiofrecuencia las crestas están más juntas de lo que se ve en la figura y en consecuencia el dibujo tendría que ser formado con un conjunto de rayas verticales tan próximas unas de otras que se formaría un manchón compacto, cuyos bordes superiores e inferiores tienen la forma de sinusoides. Es así que esta señal de radiofrecuencia lleva consigo la señal de sonido sin que los cir-



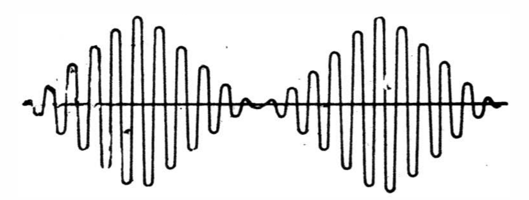


FIG. 148. — Gráfico de una onda o señal de R. F. modulada.

cuitos sintonizados que entran en resonancia con la frecuencia de la misma, sufran la influencia de las variaciones de amplitud pues las respetan tal como son.

El problema consiste en extraer de la onda de la figura 148 la señal de audiofrecuencia o sea de sonido y para ello el mejor camino es rectificar esta onda, es decir cortarla por la mitad tal como se ve en la figura 149. Tomamos la mitad superior suponiendo que corresponde a los medios ciclos positivos de cada ciclo de la radiofrecuencia. Para conseguir esta rectificación sabemos que podemos emplear una válvula diodo y se recurre al circuito de la figura 150. La señal modulada viene de los amplificadores de radiofrecuencia y queda aplicada al conjunto resonante marcado con la letra A. La tensión que hay entre los extremos de dicho conjunto se aplica a una válvula diodo intercalando en serie con la misma una resistencia R, para que



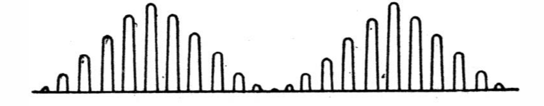


FIG. 149. — Onda modulada después de la rectificación.

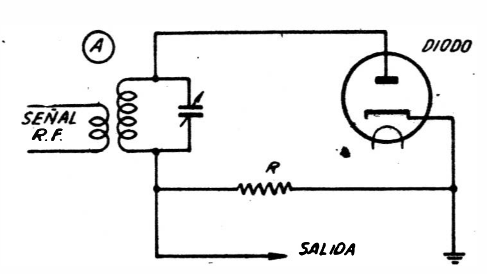


FIG. 150. — Esquema de un detector con diodo rectificador.

al circular corriente por la misma se disponga de una tensión que tendrá la forma de la figura 149. Así las cosas, la salida se tomaría del extremo de la izquierda de la resistencia R pero todavía no sirve para disponer del sonido. En efecto, los medios ciclos de la radiofrecuencia deben ser eliminados y hay que buscar la manera de obtener una curva continua en las crestas de esos semiciclos para reproducir la onda de audio. El circuito que se emplea en la realidad es el que damos en la figura 151 donde se nota como novedad con respecto al de la figura 150 que se han conectado los capacitores C y C_1.

La misión del capacitor C es cargarse durante los flancos de la izquierda de cada semiciclo de radiofrecuencia, es decir cuando la tensión va creciendo hasta llegar a la cresta. Llegado a ese valor de cresta el capacitor se descargará, pero no con la rapidez con que desciende el flanco del semiciclo, sino con lentitud. La figura 152 nos aclara este fenómeno con todos los detalles. Desde los puntos 1 hasta el 2 el capacitor C se

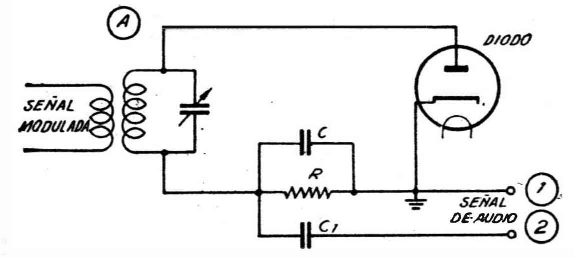


FIG. 151. — Esquema perfeccionado del detector a diodo.

carga; pero cuando llega al punto 2 la tensión no cae rápidamente al punto 4 sino que desciende muy lentamente hasta el punto 3 donde la encuentra el nuevo flanco de ascenso que la lleva hasta el punto 5. Allí el capacitor se descarga otra vez lentamente hasta el punto 6 y así sigue el proceso. Como ocurre que hay muchos semiciclos de radiofrecuencia, los puntos 2 y 3, 5 y 6, etc. están muy próximos unos a otros, tanto que la línea quebrada 1-2-3-5-6, etc. en la práctica no aparece con los dientes visibles sino que

forma una curva continua de aspecto sinusoidal. En realidad la figura 153 nos representa con bastante aproximación lo que queda entre los extremos de la resistencia R.

Se nota entonces que hay allí una tensión que no llega a ser alternada porque en ningún momento pasa para abajo del eje de línea llena, pero sus variaciones siguen una forma sinusoidal. Podríamos agregar que una tensión que tiene esas variaciones es una superposición de una tensión continua, que en la figura marcamos con la letra E, y de una tensión alternada. Nuestro objeto es extraer limpia la alternada.

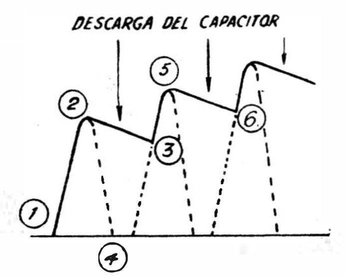


FIG. 152. — Principio de acción del capacitor de carga en el detector.

Cuando hablamos de separar una mezcla de corrientes continua y alternada dijimos que para tal fin se podría emplear un filtro y que el más simple de los mismos resultaba un capacitor en serie con esa mezcla de corriente, pues por el capacitor la continua no pasa y la alternada se presenta hacia adelante del capacitor en el circuito que sigue. Vemos entonces que el capacitor C_1 que se intercaló en la figura 151 tiene precisamente el objeto que acabamos de mencionar.

Antes del capacitor C_1, la tensión disponible es continua con el eje lleno de la figura 153 y las variaciones que marca la curva. Después del capacitor C_1 desaparece la tensión continua y nos quedamos solamente con la onda de audio resultante, es decir que todo pasa como si cambiáramos el eje de línea llena por el eje de línea punteada. Hemos llamado a la señal resultante "*onda de audio*" porque las variaciones y frecuencias de la tensión alternada obtenida son las mismas que corresponden a las crestas de la onda de la figura 148 y ellas son el resultado de la modulación que se le aplicó a la señal de radiofrecuencia. Es decir que mediante el proceso que hemos explicado se extrae de la onda de radiofrecuencia la envolvente de modulación, es decir se recupera la señal de sonido. Este proceso recibe el nombre de "*detección*" y el circuito de la figura 151 toma el nombre de detector. La señal de audio se toma entre los puntos 1 y 2 de esta figura y como el punto 1 es masa, es decir el retorno común de todas las etapas del circuito receptor, el punto 2 se lleva directamente a la grilla de la primera etapa amplificadora de audiofrecuencia, con lo que después de las amplificaciones sucesivas llegamos con el sonido al altoparlante y ha terminado el proceso descripto.

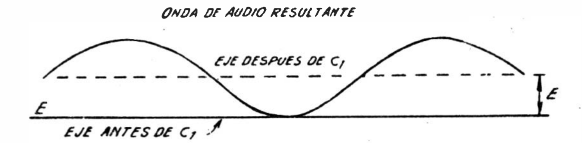


FIG. 153. — Onda de audio resultante de la detección.

Al lector:

Los capítulos que hemos visto recientemente son de los más interesantes. Observe el lector un rato su receptor de radio, por detrás, y verá muchas válvulas, cada una de las cuales tiene una misión bien definida: hay amplificadoras de R.F., detectoras, osciladoras, amplificadoras de A.F., rectificadoras... Como la lectura de las páginas que anteceden le ha permitido comprender cómo se realizan esas funciones, la contemplación será hecha con cierto espíritu de suficiencia, como si se estuviera frente a maravillas ya conocidas. No conviene avanzar en el estudio hasta estar seguro de que será comprendido perfectamente el funcionamiento de las válvulas de radio, porque ellas forman los elementos más importantes de los circuitos.

Y ahora, con los conocimientos adquiridos, estamos en condiciones de emprender la labor del próximo día, cuyo tema habla por sí solo del interés que despertará en el lector: ¡El receptor de radio!... Después de haberlo estudiado, conversaremos nuevamente un instante.

Día 9

EL RECEPTOR DE RADIO

Una vez comprendido el funcionamiento de las válvulas, los accesorios y sus circuitos de aplicación, pasaremos a concretar la combinación de todos los elementos que integran el receptor de radio, cuyo esquema puede parecer sumamente complejo para los no iniciados, pero que desmenuzado en sus partes componentes no ofrecerá dificultad alguna al lector.

La sintonía

La primera cuestión a considerar es la manera de seleccionar con la antena la señal correspondiente a la estación transmisora que se desea escuchar. Sabemos que cada transmisor irradia al espacio una onda, producida por una corriente de R. F. modulada con la audiofrecuencia resultante de los sonidos emitidos frente al micrófono. Esa portadora modulada tiene una frecuencia que es la característica fija de la estación emisora (por ejemplo, L. R. 1, Radio El Mundo de Buenos Aires, tiene 1.070 Kc/s). Al llegar la onda a la antena del receptor, antena que en los aparatos modernos es un trozo de cable de más o menos un metro de largo que se deja colgando hasta el suelo, se induce en la misma una corriente de R. F. de la misma frecuencia, y con las crestas variables según la modulación.

Para continuar, debemos recordar lo visto en el penúltimo día pasado sobre el tema de *resonancia eléctrica*, donde demostramos que si bien a la antena llegaban las señales u ondas de muchos transmisores, cada una de las cuales inducía una corriente en dicha antena, mediante un circuito sintonizado o resonante se podía seleccionar una sola de esas señales, y precisamente la que nos interesa. Si observamos la figura 154 recordaremos mejor lo que ocurría.

Hay allí una bobina conectada a la antena y que tiene descarga a tierra, con conexión directa o no. Cuando no hay conexión directa a tierra, se usa el efecto capacitivo entre el chasis metálico del receptor y la tierra, que equivale a una conexión directa, puesto que sabemos que para frecuencias muy altas las capacidades, aunque pequeñas, ofrecen baja impedancia. Arrollada junto a esa bobina de antena tenemos otra bobina que tiene conectado en paralelo un capacitor variable. En la misma figura vemos en la parte superior el aspecto de los componentes de ese simple circuito resonante o de sintonía. En realidad las dos bobinas están arrolladas sobre un único tubo de cartón, siendo la de antena en forma de galleta y la de sintonía del tipo cilín-

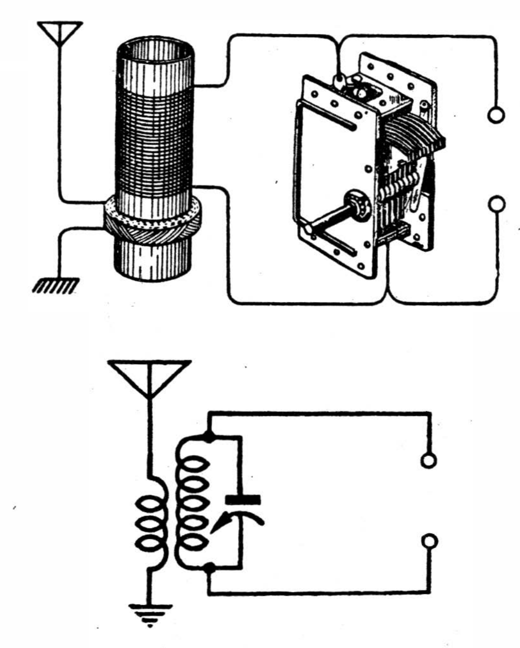


FIG. 154. — Circuito resonante para sintonizar una estación de las muchas que llegan a la antena.

drico. El capacitor variable es de una sola sección, lo que no es común, por las razones que veremos de inmediato.

Ya sabemos que para sintonizar una señal, proveniente de la estación transmisora que nos interesa, debemos hacer entrar en resonancia al conjunto bobina-capacitor con la frecuencia de esa señal. Ello se consigue variando la capacidad del capacitor variable, girando su eje mediante una perilla. Y si se desea sintonizar otra estación, giraremos nuevamente el eje del capacitor variable hasta lograr la nueva resonancia, esta vez con otra frecuencia. Si al buscar la segunda estación pasamos por puntos de sintonía que corresponden a frecuencias de las señales de otras estaciones, las escucharemos en nuestro receptor. Dejando el capacitor variable en una posición cualquiera, si no se escucha ninguna estación, es porque el conjunto bobina-capacitor está resonando en una frecuencia para la cual no llega ninguna señal a la antena.

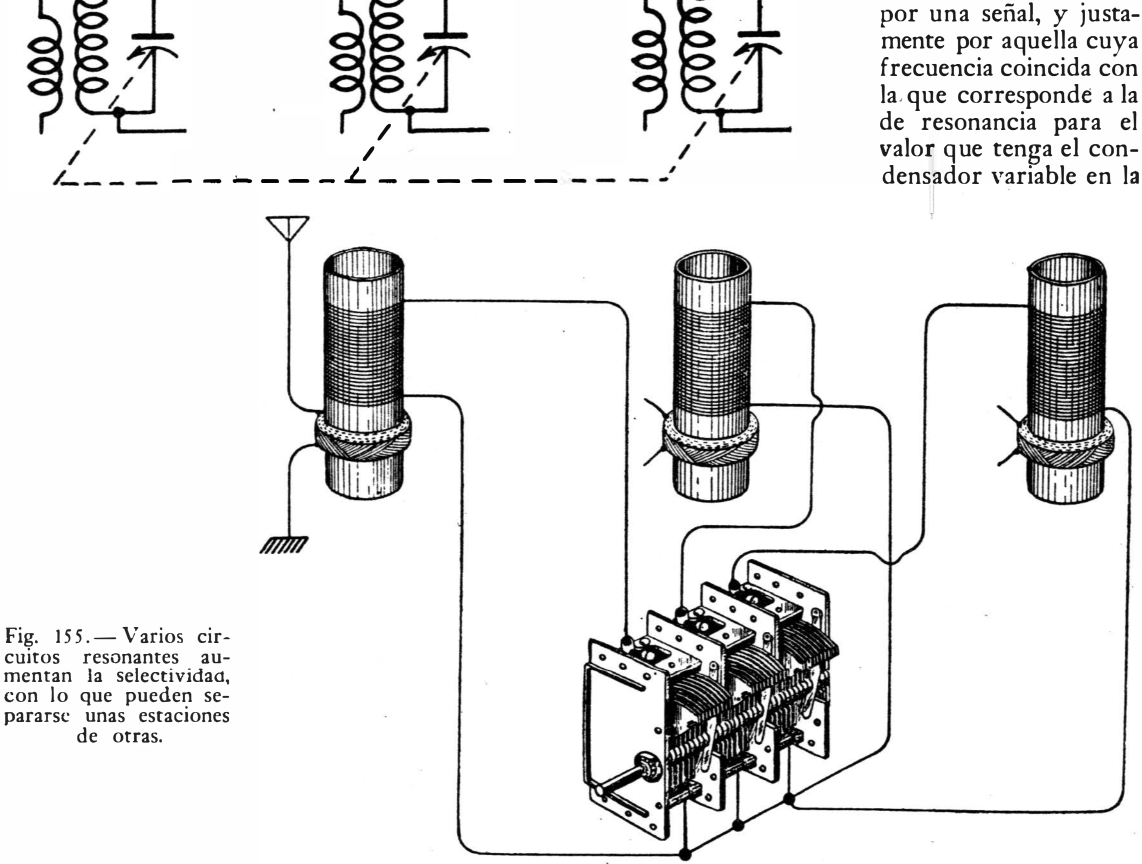


Fig. 155. — Varios circuitos resonantes aumentan la selectividad, con lo que pueden separarse unas estaciones de otras.

La selectividad

En la práctica se ha visto que con un solo circuito resonante sintonizado no se puede separar bien una señal de las otras que llegan a la antena. Es cierto que el circuito paralelo de la fig. 154 demuestra una preferencia marcada por una señal, y justamente por aquella cuya frecuencia coincida con la que corresponde a la de resonancia para el valor que tenga el condensador variable en la posición de ajuste en que se le colocó. Pero también están presentes las otras señales captadas por la antena y molestarían en la audición por oírse en el parlante, aunque débilmente.

Para salvar el inconveniente, hoy se hace que los circuitos resonantes sean más capaces de seleccionar una sola señal, o sea más *selectivos.* La palabra *selectividad* significa en este caso la aptitud o capacidad de un circuito o de un receptor para separar una sola señal del conjunto de señales que capta la antena.

La manera más simple de aumentar la selectividad es la de disponer varios circuitos sintonizados, como indica la parte superior de la figura 155. Cada circuito necesita una válvula amplificadora, de modo que cada vez se amplifica más la señal

separada o elegida, quedando las restantes sin amplificar, con lo que en cada etapa la proporción se irá reduciendo, quedando finalmente la señal elegida como única de magnitud importante.

Pero observando la fig. 155 en seguida se piensa que cuando se desea elegir una señal, o sea cuando se quiere sintonizar el receptor, hay que hacer simultáneamente en todas las etapas la operación de ajustar o girar el capacitor variable, porque sino cada circuito sintonizado elegirá una señal distinta. Para ello hay que acoplar mecánicamente los condensadores variables de todas las etapas, con objeto de que se muevan a la vez y en la misma forma. La solución de este problema consiste en emplear condensadores variables con varias sec-

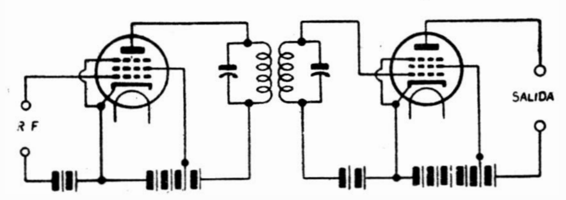


Fig. 156 — Esquema de un transformador doble sintonizado para aumentar la selectividad.

ciones montadas en un mismo eje, o en *tándem*. La figura permite apreciar el aspecto de un tándem triple que correspondería al circuito de la figura 155, con un valor de 410 micro-micro-farad por sección (3 × 410 μF). Esto se indica en los esquemas con una línea de rayas cortadas, que expresan el vínculo mecánico en el movimiento. Sobre esta línea se escribe el valor de la capacidad de las secciones, cuando son iguales, que es lo más usual.

Otra forma de aumentar la selectividad es acoplar entre sí dos etapas amplificadoras con un transformador "*doble sintonizado*", o sea a primario y secundario sintonizados, tal como se muestra en la figura 156. Vemos aquí dos válvulas pentodos conectadas como amplificadoras, y acopladas entre sí, o sea que la placa de la primera tiene su circuito vinculado a la grilla de la segunda. La vinculación se efectúa de modo magnético entre el primario y el secundario del transformador. Aparte de ello, para elegir solamente la señal de una determinada frecuencia, la que nos interese, se hace resonar al primario con un capacitor variable, y lo mismo se hace con el secundario. Al sintonizar una estación o señal que se elija, deben ajustarse los dos condensadores variables, el de placa y el de grilla.

Una etapa con acoplamiento doble sintonizado como la ilustrada en la figura 156 tiene una selectividad mucho mayor que las comunes, con un solo circuito sintonizado, pero acusa el inconveniente de la doble sintonía, que es dificultosa para hacerla en tándem.

Por las razones apuntadas se ha buscado una solución que permita aprovechar las ventajas del transformador de doble sintonía, pero sin el inconveniente de la sintonía en tándem, y así surgió el moderno superheterodino, que aún no ha sido superado después de más de quince años de éxito.

El superheterodino

La idea genial debida a Armstrong consiste en usar transformador de doble sintonía, pero sin tener que variar la capacidad de sus condensadores para cada señal que se elija, pues a dicho acoplamiento llega una señal de frecuencia fija. Como las señales son todas de frecuencias diferentes, se aplica un oscilador variable al receptor, de modo que la frecuencia que él produzca exceda siempre en una cantidad constante a la frecuencia de la estación que se desea sintonizar. A esta magnitud constante o exceso invariable de frecuencia se le llama "*frecuencia intermedia*".

Para aclarar lo dicho veamos la figura 157, que muestra el centro nervioso de un receptor superheterodino. En la antena se captan todas las señales irradiadas al espacio por los transmisores. Supongamos que elegimos una estación de 1200 Kc/s de frecuencia. Con el capacitor variable de la sección de antena, que designamos (1), sintonizamos la frecuencia de 1200 Kc/s. Más abajo se ve una válvula osciladora, con su sección resonante de grilla que marcamos con (2); ajustamos en ese momento esta sección variando el condensador, hasta sintonizar a 1600 Kc/s. Nótese que esta frecuencia excede en 400 Kc/s de la sintonizada en (1), y decimos que la "*frecuencia intermedia*" (F. I.) es de 400 Kc/s.

Ahora hay que mezclar las dos señales, la que proviene de (1) y la que llega de (2). Para ello, como la de (1) está amplificada por la válvula ampilficadora de R. F., tenemos en el circuito de placa la señal de R. F. de 1.200 Kc/s y aquí inyectamos la señal que sale del oscilador, la señal (2) de 1.600 Kc/s, uniendo simplemente los dos cables, a través del capacitor C, que evita la mezcla de las corrientes continuas de las baterías.

Llegamos a lo más importante del superheterodino: a la mezcla de dos corrientes alternas se llama "*batido*", y resulta de ello una nueva corriente alterna cuya frecuencia es la diferencia de las dos que se mezclaron. Es decir, que del batido de (1) y (2) resulta una frecuencia (3) que vale:

$$1.600 - 1.200 = 400 \text{ Kc/s}$$

El circuito sintonizado de placa de la válvula amplificadora de R. F. está en resonancia en 400 Kc/s y el circuito de grilla de la válvula que sigue, que está acoplado por vía magnética al anterior, también resuena en 400 Kc/s. Los condensadores de estos circuitos resonantes figuran en el esquema de la figura 157 como fijos, pero son de ajuste manual, del tipo trimer, que se ajustan a destornillador una sola vez, cuando se calibra el receptor, y se ajustan precisamente al valor que dé resonancia a la frecuencia intermedia.

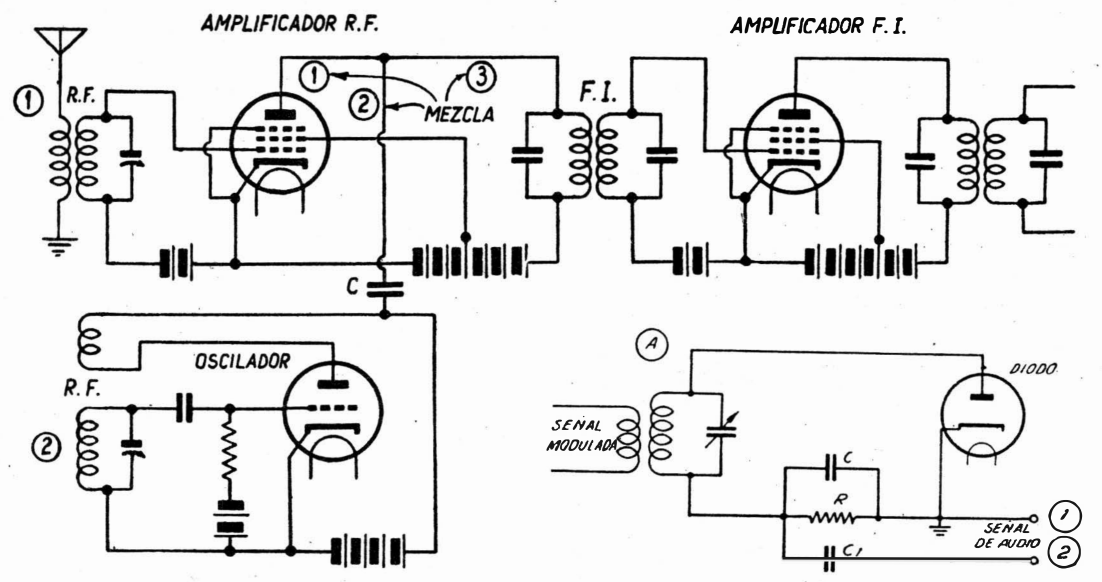


Fig. 157. — Esquema fundamental del funcionamiento de un receptor superheterodino. Se mezclan dos señales, una de la antena y otra la del oscilador local, para tener una diferencia constante.

Supongamos que se desea sintonizar otra señal, por ejemplo, 850 Kc/s. Entonces se gira el condensador de (1) hasta sintonizar 850 Kc/s, y el de (2) hasta sintonizar 1.250 Kc/s, para que la diferencia que se obtiene en el batido sea siempre de 400 Kc/s (la F. I.). Es evidente que el condensador de (1) y el de (2) deben estar montados en tandem, para facilitar la maniobra. Para los ajustes constructivos las dos secciones del tandem tienen en paralelo trimers de compensación.

La frecuencia intermedia más común es la de 465 Kc/s, y como es constante para cualquier señal que se desea escuchar, se puede hacer una etapa amplificadora con válvula pentodo, cuya salida se acopla con un transformador de doble sintonía a la válvula que siga, y cuyo primario y secundario resuenen a esa misma F. I.

En la figura 157 se indica ese amplificador que se llama de F. I. y que proporciona una ganancia muy grande y una selectividad muy buena. Los dos transformadores de F. I. son iguales, y su aspecto se ve en la figura 158. En la parte superior tiene dos agujeros, que permiten al destornillador llegar hasta los tornillos de los trimers, para ajustarlos cuando se calibra el receptor. Ese ajuste se hace a 465 Kc/s o a la F. I. que indique el fabricante de las bobinas. Más adelante, en las explicaciones sobre calibración veremos cómo se hace el ajuste. Están colocados dentro de una caja de aluminio para evitar las influencias magnéticas externas, conectándose a tierra o masa esa caja llamada *"blindaje"*. Hoy día suelen ajustarse los transformadores de F. I.

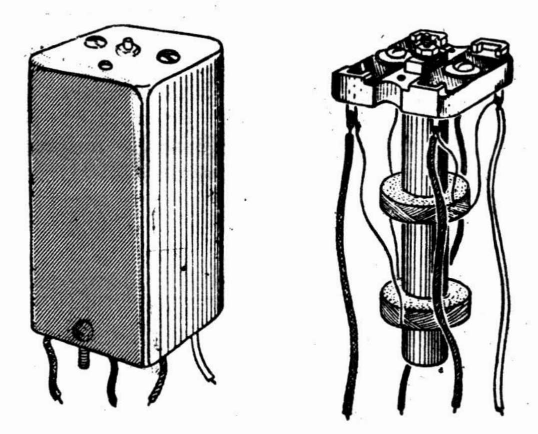


Fig. 158. — Aspecto de un transformador de F. I. con y sin blindaje.

moviendo núcleos de hierro dentro de sus bobinas, en lugar de emplear capacitores ajustables. Estos transformadores se llaman: *de ajuste a permeabilidad,* y los capacitores entonces son fijos.

Las polarizaciones prácticas

Avanzando en la explicación de las distintas etapas del receptor moderno, debemos hacer un paréntesis para aclarar que en todos los circuitos vistos hasta ahora se han colocado siempre baterías para suministrar las cargas eléctricas de placas, grillas, etc. A esa operación se le llama *polarizar* los electrodos de las válvulas, y en la práctica no se emplean baterías, salvo en el caso de los receptores portátiles, para viajes u otros usos. En los receptores familiares se cuenta con la fuente eléctrica que representa la red de canalización doméstica, de continua o de alterna, disponible en los tomacorrientes donde se conectan las planchas, lámparas y los demás artefactos eléctricos.

Trataremos aquí primero el caso de la red de corriente alterna por ser el más común, para ocuparnos luego de los receptores para corriente continua o de los fabricados para ambas corrientes.

La fuente que nos dará todas las polarizaciones es alterna, y como las válvulas requieren corriente continua, pues las placas deben estar conectadas al polo positivo, las grillas al negativo, etc, debemos rectificar la corriente alterna. Para ello empleamos una válvula rectificadora doble diodo, en la forma que se ve en la figura 159.

Se emplea un transformador con un primario y tres secundarios. El primario se conecta a la red de alumbrado, 50 c/s, insertando en serie una llave simple o interruptor para conectar o desconectar el aparato.

De los tres secundarios uno suministra la tensión para los filamentos de las válvulas, generalmente 6,3 Volt, o el valor especificado para la válvula. Esta no necesita ser rectificada, pues los filamentos, lo mismo que las lámparas para alumbrado, trabajan indistintamente en continua o en alterna. En el esquema marcamos este secundario con las letras F. F.

El otro secundario sirve para alimentar el filamento de la rectificadora, que generalmente lleva 5 V. Si el doble diodo no tiene cátodo (caso del tipo 80), el filamento oficia como tal y las conexiones del rectificador se hacen como se indica en el esquema, conectándose un extremo de ese filamento al filtro formado por la impedancia y los dos condensadores electrolíticos; de aquí sacamos el polo positivo o +B para todo el receptor.

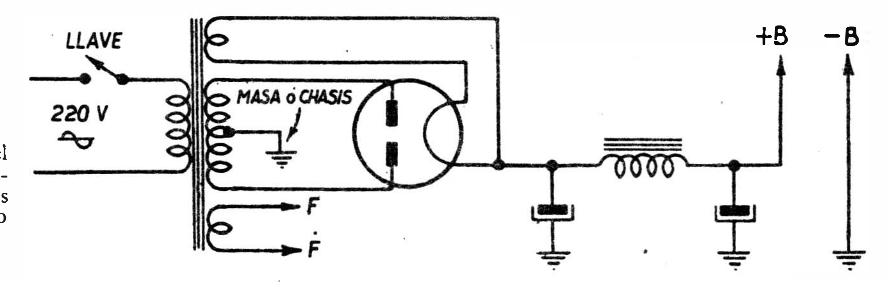


FIG. 159. — Esquema del rectificador de onda completa para suministrar las tensiones de placas de todo el receptor.

El tercer secundario se destina a la rectificación misma y sus extremos se conectan a las placas del doble diodo, tal como vimos en la figura 70. El punto medio o central forma el polo negativo general y se conecta al *chasis* o *masa,* indicándose esto como lo señala el esquema. Lo mismo ocurre con los condensadores del filtro, y con el polo —B para todo el receptor. El punto en donde haya que dar polaridad negativa se conecta a la masa o chasis del receptor.

Veamos ahora cómo se da la polaridad o polarización negativa a las grillas de las válvulas, ya que no se emplean generalmente baterías por los inconvenientes que significaría la reposición cada vez que se gastaran.

La forma de dar potencial negativo a la grilla se muestra en la figura 160, y consiste en intercalar en serie una resistencia R entre el cátodo y la masa. Si seguimos el recorrido de la corriente de placa, desde la emisión de electrones en el cátodo hacia la placa, de aquí a la fuente +B de placa y de allí a masa, volviendo por el chasis al cátodo, pero pasando por la resistencia R, notaremos que en esta última los electrones siguen el camino marcado por las flechas.

Como los electrones son cargas negativas, van siempre de negativo a positivo, atraídos por este último polo, y en consecuencia la polaridad en la resistencia R es la marcada en la figura 160, con lo que la masa queda más negativa que el cátodo. Y dado que la grilla se conecta a masa mediante la resistencia de carga, resulta que queda con potencial negativo respecto al cátodo.

El valor de ese potencial negativo dependerá

del valor de la resistencia R y de la intensidad de la corriente de placa, porque en R se produce una caída de tensión. Por esa razón cada válvula deberá llevar un valor de la resistencia R en Ohms, valor que siempre debe ser indicado en los esquemas de los equipos receptores. La polarización de grilla obtenida de esta manera suele llamarse el "*byas*" de grilla.

Obsérvese en la figura 160 que en paralelo con la resistencia R hay un capacitor C. La razón de colocarlo está en que, además de la corriente continua de placa, tendremos la señal alterna cuando la válvula está trabajando normalmente. Para evitar que se pierda parte de esa señal en la resistencia R, se coloca un capacitor, el cual sabemos que no afectará a la corriente continua, pero ofrece, en cambio, un camino para la alterna, si recordamos lo dicho en el capítulo II.

Este capacitor C deberá tener un valor reducido (0,1 μF) en válvulas que trabajan con R. F., pero adquirirá valores muy grandes para audiofrecuencia (10 a 50 μF), por lo que, en tal caso, se utilizan los electrolíticos secos.

Para terminar, debemos ocuparnos de las otras grillas de la válvula: la supresora y la pantalla. La supresora se conecta generalmente al cátodo, como se ve en la figura 161, salvo que a veces ya viene de fábrica conectada dentro de la ampolla.

La pantalla lleva polarización positiva, generalmente menor que la placa. La forma más fácil de conseguir esa polaridad es conectarla a la misma fuente de placa, pero intercalando en serie una resistencia R, que se ve en la figura 161, para rebajar la tensión. Para cada válvula habrá un valor adecuado de la resistencia, que se indicará en los esquemas.

En la figura 161 se ve también un capacitor C, que está conectado entre la pantalla y la masa o chasis. El objeto del mismo es similar al caso del cátodo visto en la figura 160. Este capacitor

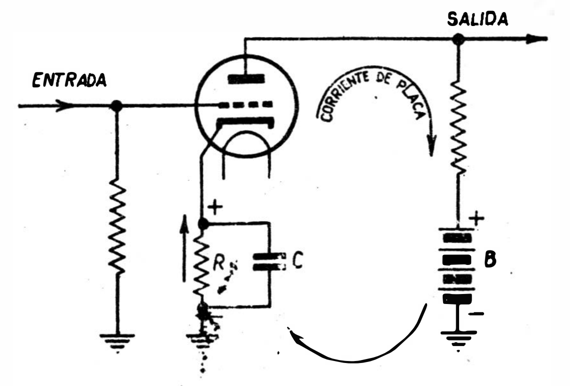


Fig. 160. — Forma de polarizar la grilla de una válvula mediante una resistencia en el circuito del cátodo.

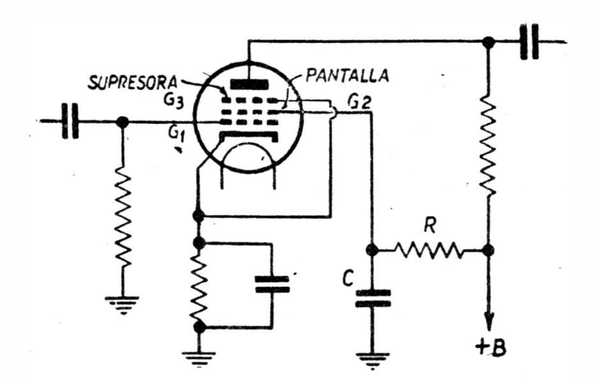


Fig. 161. — Forma de polarizar las grillas supresora y pantalla en un pentodo.

sirve de camino expedito a las señales alternas que retornan a cátodo sin pasar así por la resistencia R. El valor de ese condensador también se indica en los esquemas.

La etapa detectora

Ya sabemos que una de las funciones de las válvulas es la rectificación de ondas de R. F., representada gráficamente en el esquema de la figura 151, y aunque allí no se especifica de qué clase son las ondas, tratándose del receptor superheterodino, nos encontramos con que la R. F. modulada que hay que detectar o rectificar no es otra cosa que la F. I.

Por consiguiente, en nuestro recpetor la detección se llevará a cabo en la etapa detectora, que consiste simplemente en un diodo rectificador, tal como se ve en la figura 162. Tendremos, pues, aquí que el secundario sintonizado del transformador de F. I. constituye la fuente de corriente alterna que hay que rectificar. Uno de sus extremos va a la placa del diodo y otra al filtro, que como se trata de R. F., basta que sea una resistencia y dos capacitores (50.000 Ohm y 0,0001 μF, respectivamente). En serie con el filtro se coloca la resistencia de carga cuyo otro extremo se conecta al cátodo del diodo. La señal de audio obtenida se toma del extremo activo, o con tensión, de la resistencia de carga R, a través del capacitor C y se aplica a un triodo amplificador de A. F. en la forma conocida.

En la práctica se ha combinado el diodo rectificador, o el doble diodo con el triodo amplificador de audio dentro de una misma ampolla, por lo que damos el circuito práctico en la figura 163. Nótese que las únicas variantes se deben a que en el triodo es necesario polarizar la grilla por medio de una resistencia R_3 en cátodo, y debido a ello el cátodo del doble diodo no se conecta a masa.

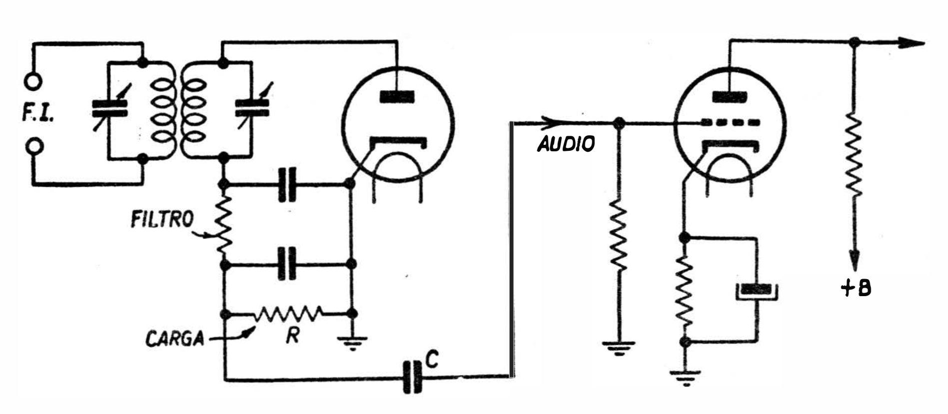


Fig. 162. — Esquema del detector de un receptor superheterodino, que trabaja como un rectificador de media onda.

Todos los elementos de la figura 163 son conocidos, pues la válvula es un doble diodo-triodo. El filtro formado por R_1 con C_1 y C_2 es el más usual ($R_1 = 50.000$ Ohm, C_1 y $C_2 = 0,0001$ µF). R_2 es la carga del diodo, y en vez de una resistencia fija se usa un potenciómetro, para que sirva de control de volumen (500.000 Ohm). En efecto, corriendo el cursor hacia cátodo se toma menos señal de audio y corriéndolo hacia el extremo activo, que es el de la izquierda, se toma más señal, de modo que tendrá un volumen sonoro a la salida del parlante que dependerá del giro de la perilla de ese potenciómetro R_2.

El conjunto R_3 y C_4 forma al polarización del triodo, y sus valores dependen de la válvula utilizada, por lo que hay que consultar los esquemas de construcción.

La señal de audio se toma a través del capacitor C_3 de 0,05 µF y se aplica a la grilla del triodo. Aquí la resistencia R_4 de 500.000 Ohm forma la carga de grilla. De la placa del triodo pasamos a la etapa siguiente mediante el capacitor C_5 de 0,05 µF. La resistencia R_5 forma la carga de placa y se conecta a la fuente +B general del receptor.

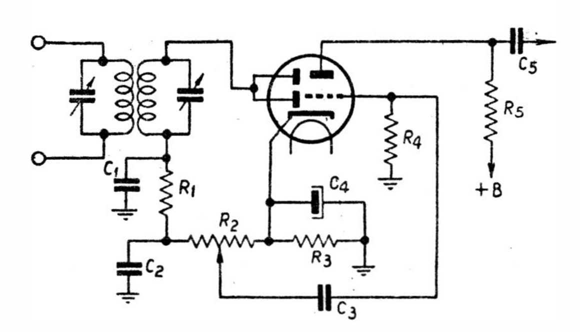


Fig. 163. — Esquema práctico del detector combinado con el amplificador de A. F.

El control automático de sensibilidad

Las diversas señales captadas en la antena fueron emitidas por transmisores de distintas potencias y situados unos lejos y otras más cerca del receptor. El reultado de ello es que algunas señales son muy fuertes y otras son débiles. Con el sistema amplificador de F. I. de nuestro receptor se aumentan todas las señales en igual proporción, lo que no es conveniente, ya que sería más favorable que se amplificaran menos las señales muy fuertes.

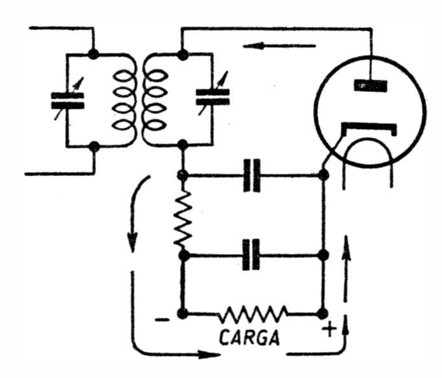


Fig. 164. — Esquema que permite comprender el funcionamiento del C. A. S.

La solución a este problema la da el C. A. S., que significa "*control automático de sensibilidad*", o también impropiamente, de "*volumen*" (C. A. V.). Su funcionamiento se puede comprender examinando la figura 164. Si recordamos que en la detectora rectificamos la portadora modulada, aprovechando la señal de audio para enviarla al amplificador de A. F. y eliminando los medios ciclos de la portadora que nos quedan, podemos plantear el siguiente problema:

Una portadora más fuerte, al ser rectificada, dará por resultado una tensión mayor en el circuito detector, y una más débil, una tensión me-

nor. Observemos en la figura 164 la resistencia de carga del diodo detector y el sentido de la corriente rectificada, marcado con flechas. Como los electrones circulan de negativo a positivo, el polo o extremo de la izquierda de la carga es el negativo, luego en este extremo hay una tensión negativa, tanto mayor cuanto más fuerte sea la portadora.

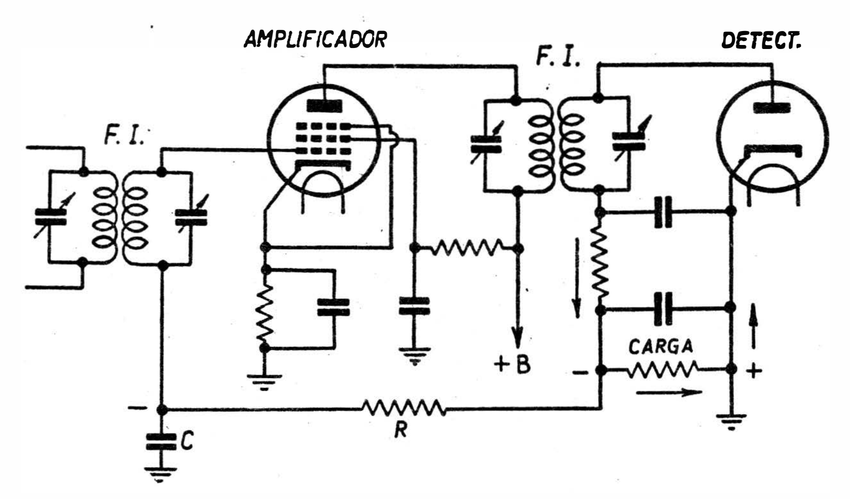


Fig. 165. — Esquema de aplicación del C. A. S. en un superheterodino con la resistencia R. y el condensador C.

Si tenemos una válvula amplificadora que pueda variar su amplificación modificando la polarización de grilla, hemos resuelto el problema, pues basta aplicar a la grilla de dicha amplificadora esa tensión negativa que tenemos en la carga.

Existen válvulas de tal tipo, y son los llamados *pentodos de corte remoto* o *de mu variable* (tipos 6K7 ó 6SK7, etc.), de modo que refiriéndonos a la figura 165, que incluye la amplificadora de F. I. y la detectora diodo, veamos cómo aplicamos la tensión negativa a la grilla de la amplificadora. Coloquemos la válvula como amplificadora de F. I., y en lugar de conectar a masa el secundario del primer transformador de F. I., apliquémosle la tensión negativa que tomamos de la carga del diodo, mediante el filtro formado por la resistencia R y el capacitor C.

Es fácil prever lo que ocurrirá en este circuito: las señales débiles serán amplificadas más que las fuertes, porque con estas últimas se obtiene una tensión negativa mayor en la carga del diodo y se restringe la amplificación de F. I., lográndose así el efecto deseado. En los esquemas de los receptores se dan los valores característicos de los distintos elementos que intervienen en este circuito de detección combinado con C. A. S.

El altoparlante

Conocidos el funcionamiento y constitución del receptor en todas sus etapas, pasemos a la sección de audiofrecuencia. Casi nunca se utiliza un teléfono a la salida, sino que se emplea un altoparlante, o abreviadamente, un "*parlante*" cuyo funcionamiento fué explicado en el capítulo V. Hay parlantes de dos tipos: *autodinámicos* y *electrodinámicos*. Los primeros son los que tienen un imán y los segundos un electroimán, o sea un núcleo de hierro dulce y un bobinado arrollado encima. Este bobinado se llama *campo*", por el hecho de producir el campo magnético. Para que funcione hay que hacer pasar por este bobinado una corriente continua, siendo lo más cómodo utilizar el campo como impedancia de filtro en el rectificador general, tal como se puede ver en la figura 167. Con ello se consiguen dos cosas: una es hacer funcionar el parlante, porque las corrientes de placa de todas las válvulas pasan por el campo, y la otra es ahorrar una impedancia de filtro. En la figura 166 se presenta el bobinado del campo sin conectar.

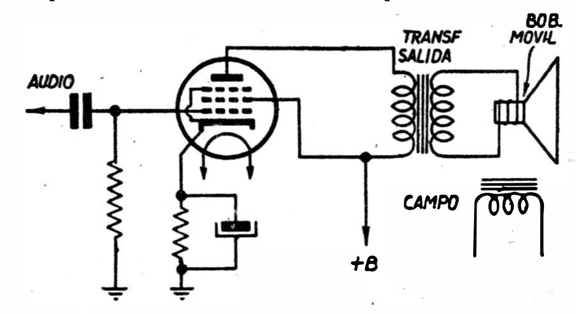


Fig. 166. — Forma de conectar el parlante en un receptor de radio.

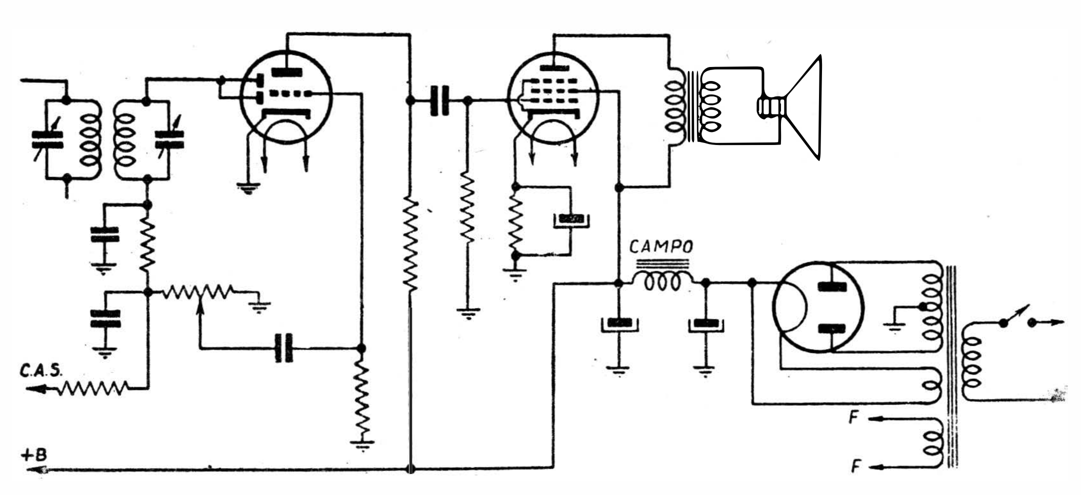


Fig. 167. — Esquema donde se ve cómo se conecta el bobinado de campo del parlante en el filtro del rectificador.

El amplificador de audio

A la salida de la etapa detectora de nuestro receptor, tenemos ya una corriente de A. F., pero es muy pequeña para enviarla al parlante. Hay que amplificarla convenientemente, por lo menos con dos etapas de A. F. En el esquema de la figura 167 se muestra la forma de hacerlo.

Ya sabemos que la detectora puede estar en la misma ampolla que el triodo amplificador de audio, que se llama *preamplificador o amplificador de tensión.* Para poder controlar el volumen sonoro del parlante ponemos como carga del diodo un potenciómetro o resistencia variable en vez de una resistencia fija. De aquí pasamos a la grilla de triodo, a través de un capacitor, y de la placa de esta válvula pasamos, con otro capacitor, al "*amplificador final*" o "*de potencia*", que es un pentodo. Las grillas del triodo y del pentodo llevan sus respectivas resistencias de carga conectadas a masa, y los cátodos llevan las resistencias y capacitores para polarizar las respectivas grillas, tal como se ve en la figura 167.

La carga de placa del pentodo es un transformador con núcleo de hierro, llamado "*de salida*", cuya misión es adaptar la impedancia de la

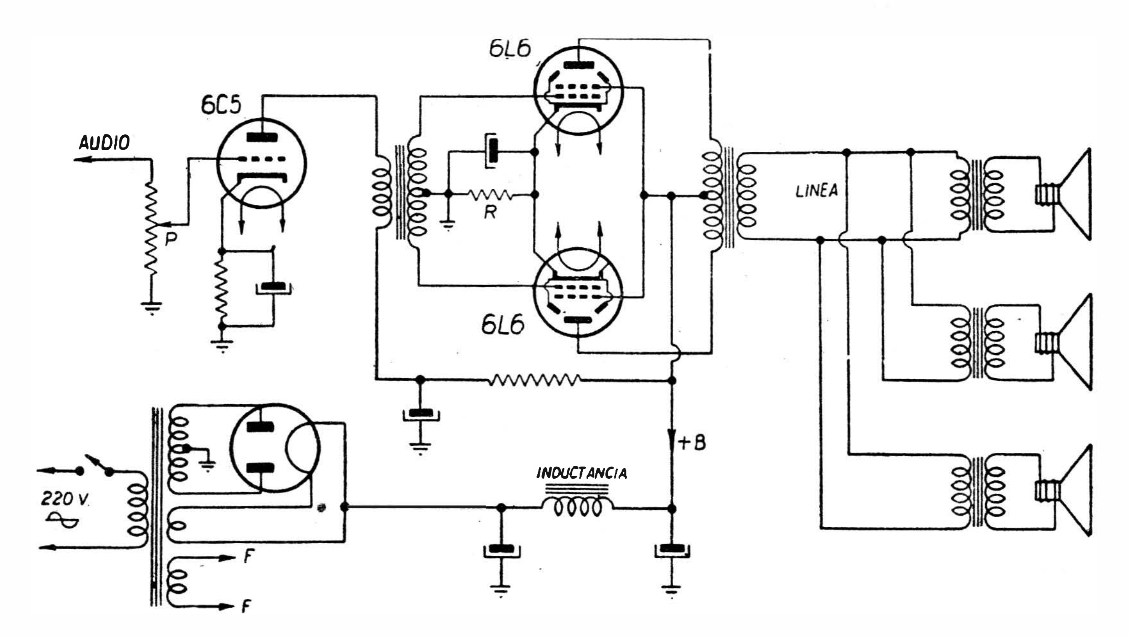


Fig. 168. — Circuito de un amplificador de audiofrecuencia que suministra gran potencia sonora.

bobina móvil a la impedancia de carga que requiere el pentodo final en su placa. Nótese que la pantalla de este pentodo lleva la misma tensión positiva que la placa. El circuito de la figura 167 incluye la "*fuente de alimentación*", que es el rectificador, con su transformador de potencia, el cual tiene además el secundario para alimentar los filamentos de todas las válvulas del receptor, según ya vimos en la figura 159.

El amplificador de audio que hemos visto es el habitual en los receptores, pero en la práctica se presenta a veces el problema de construir amplificadores de mayor potencia de salida, con varios parlantes colocados en diferentes lugares como ocurre en actos deportivos, etc. Para esos casos hay que armar un amplificador de mucha potencia de audio, con un circuito llamado en "*push-pull*", tal como se ve en la figura 168. El push-pull consiste en conectar dos válvulas amplificadoras de audio en oposición, con lo que se obtiene gran potencia de salida. La entrada de audio tiene una conexión libre, para aplicar un receptor de radio, un micrófono, un pick-up para discos, etc. Veamos el funcionamiento. A la entrada de audio le aplicamos un control de volumen, o sea el potenciómetro P de la figura 168. De aquí pasamos al preamplificador de audio, formado por un triodo. La salida del mismo debe dar dos tensiones de audio iguales para aplicarlas en oposición a las dos válvulas del push-pull. Para ello se emplea un inversor de fase a transformador cuyo primario es la carga de placa del triodo y el secundario es la de grilla de las dos válvulas 6L6, pero tiene una derivación en el centro para conectarla a masa. Para polarizar las grillas se emplea un solo conjunto de resistencia R y capacitor C. Estas dos válvulas llevan como transformador de salida uno con punto medio en el primario, por donde se aplica las tensiones de placa. El secundario tiene un bobinado que se llama "*de línea*", para alimentar todos los parlantes distantes. Cada parlante tiene a su vez un transformador adaptador, llamado de "*línea a bobina móvil*", siendo conveniente que sean del tipo autodinámico, porque si no habría que llevar cables a todos ellos para hacer pasar corriente por el bobinado de campo de cada uno. Con el campo a imán se ahorra ese inconveniente. El resto del circuito lo forma la fuente de alimentación.

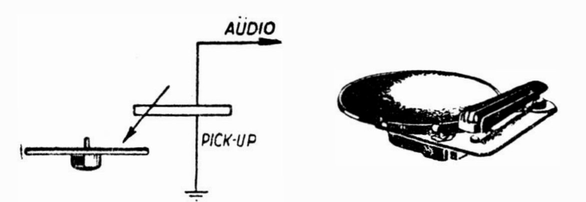


FIG. 169. — Forma de conectar un pick-up y aspecto del mismo.

Ahora bien, la entrada de audio puede ser un receptor con la sección de R. F. y de F. I. solamente, terminando en la detectora, pues de esta última ya sale audio frecuencia. Un receptor así incompleto se llama *sintonizador*, y su salida se aplica directamente a la entrada de audio del amplificador, con un cable y una ficha de dos patas, una para el hilo activo y otra para unir la masa o chasis del sintonizador con la del amplificador.

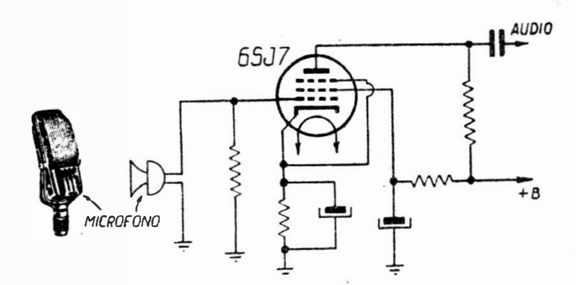


FIG. 170. — Forma de conectar un micrófono a la entrada de un amplificador.

Otra aplicación a la entrada de audio de nuestro amplificador es un *pick-up* o *fonocaptor* para la reproducción de discos. Se conecta en la forma que se ve en la figura 169, aplicado directamente a la entrada del amplificador por un extremo y conectado a masa por el otro extremo.

Y, finalmente, podemos acoplar también un micrófono, pero como la salida del mismo es muy reducida, hay que intercalar una etapa amplificadora, en la forma representada en la figura 170. El micrófono será del tipo llamado *a cristal* o también del modelo "*dinámico*", que son los más comunes para este trabajo. El amplificador es un pentodo con sus conexiones en la forma ya conocida, puesto que todas las resistencias y capacitores de la figura 170 tienen misiones que ya fueron explicadas. La salida se aplica directamente a la entrada del amplificador.

El circuito general

Abordemos ya el receptor completo, con todas sus etapas, puesto que el funcionamiento de cada una de ellas ya está explicado. Tomaremos entonces al moderno receptor superheterodino, comenzando con el más simple y clásico, que es el llamado "*Super 5 para corriente alterna*", con una sola banda de ondas. Esta designación quiere decir que el aparato tendrá 5 válvulas en total, que su alimentación será tomada de la red de co-

rriente alterna y que sólo podrán sintonizarse las estaciones de onda larga.

Pasemos a describir el receptor. La figura 171 nos muestra un esquema simplificado, para destacar las diferentes secciones o etapas. Vemos en primer término la antena que llega a la primera válvula llamada *mezcladora* y que es un amplificador de R. F. tal como se vió en la figura 157.

Y ahora, si damos un vistazo a la figura 172, ¿qué se presenta a nuestra vista? El esquema completo y detallado del receptor. No hay que impresionarse por la multitud de rayas, resistencias, capacitores, etc. No hay nada nuevo, que no haya sido comprendido previamente. Para demostrarlo, sigamos el siguiente método: copiemos en pequeños trozos de papel los esquemas de las

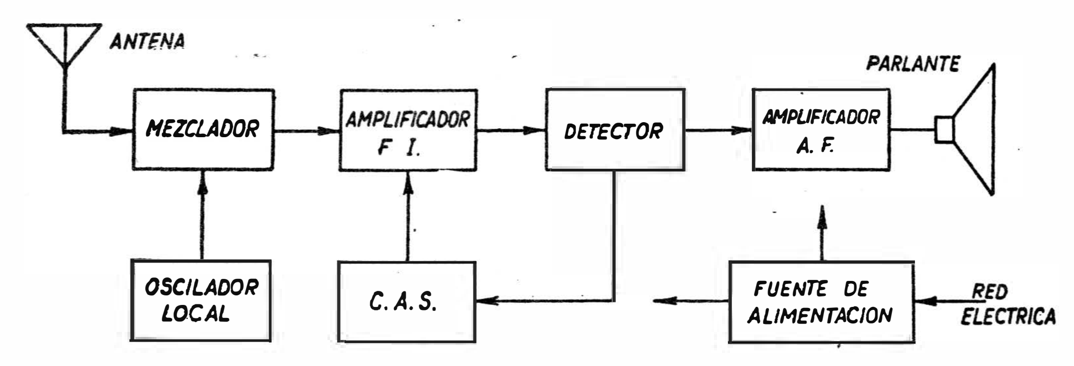


Fig. 171. — Esquema simplificado de un receptor superheterodino, para mostrar las diversas etapas que lo forman

Aquí se inyecta la señal de R. F. que nos genera el *oscilador local*, para obtener una corriente de frecuencia fija, o sea la señal de F. I. Hacemos notar que en todos los receptores comunes el mezclador y el oscilador local están combinados en una sola válvula doble, llamada *conversora*, que tiene un pentodo amplificador y un triodo oscilador dentro de la misma ampolla. Por ello, estas dos secciones de la figura 171 pueden ser consideradas como una sola válvula, aunque en el circuito desarrollado veremos que tienen conexiones independientes.

De la conversora pasamos al *amplificador de F. I.*, formado por una válvula pentodo con característica de mu variable, o sea con amplificación que depende de la tensión de grilla. Ello es para aplicar el C.A.S. ya conocido, y visto en las figuras 164 y 165. La tensión para el C.A.S. se toma de la etapa siguiente, o sea de la *detectora*, que es también la sección que sigue en nuestro esquema.

Del detector pasamos al *amplificador de A. F.*, cuya salida se aplica al parlante, en la forma vista en la figura 167.

Recordemos de paso que la detectora es un doble diodo que casi siempre está contenido en la misma ampolla que el triodo preamplificador de A. F. De este último pasamos al pentodo amplificador de potencia o final.

Por último aparece en la figura 171 la fuente de alimentación, con la rectificadora de onda completa, vista ya en las figuras 70 y 169, de modo que no insistiremos mayormente en ello.

figuras 157, 165 y 167, y juntémoslos arrimándolos unos a otros. Llegaremos a ver el esquema completo de la figura 172, con pequeñas diferencias. La primera se verá en la conversora, que ahora es una sola válvula, pero con bobinas y capacitores aparte. Veremos también que, en paralelo con cada una de las dos secciones del capacitor variable o tandem, aparecen pequeños trimers, con el objeto de poder calibrar el receptor, o sea compensar las leves diferencias de capacidad de las dos secciones del tandem.

Si seguimos observando, veremos también que las grillas pantallas de la conversora y de la amplificadora de F. I., que se reconocen por ocupar el segundo lugar después de la placa, están alimentadas juntas, para ahorrar algunos elementos.

En el oscilador local veremos que la alimentación de la placa del triodo lleva una resistencia en serie con la bobina, derivada a masa por un capacitor. Asimismo, la bobina de grilla tiene en serie con su conexión a masa un condensador variable llamado *pader*, cuya misión es hacer que este circuito resuene a distinta frecuencia que el de antena, para obtener por resta la llamada F.I. Si se compara esta sección conversora con la figura 157, se notará una diferencia. En la anteriormente vista, la mezcla de las dos señales, la de antena amplificada y la del oscilador local, la hacíamos en el circuito de placa, y ahora, en la figura 172, la mezcla se hace dentro de la válvula conversora, para lo cual ésta tiene una doble grilla con una rama en el triodo y otra en el

pentodo. Esta mezcla se llama electrónica, porque se produce en el mismo flujo de electrones y durante su camino hacia la placa.

Los valores de las resistencias y capacitores son particulares para cada tipo de válvula que se utilice, por lo cual los dejaremos para cuando tratemos de la construcción de un receptor con los elementos sueltos. Y como los demás detalles son conocidos, abordaremos ahora los circuitos de otros tipos de receptores, que presentan algunas diferencias con el de la figura 172.

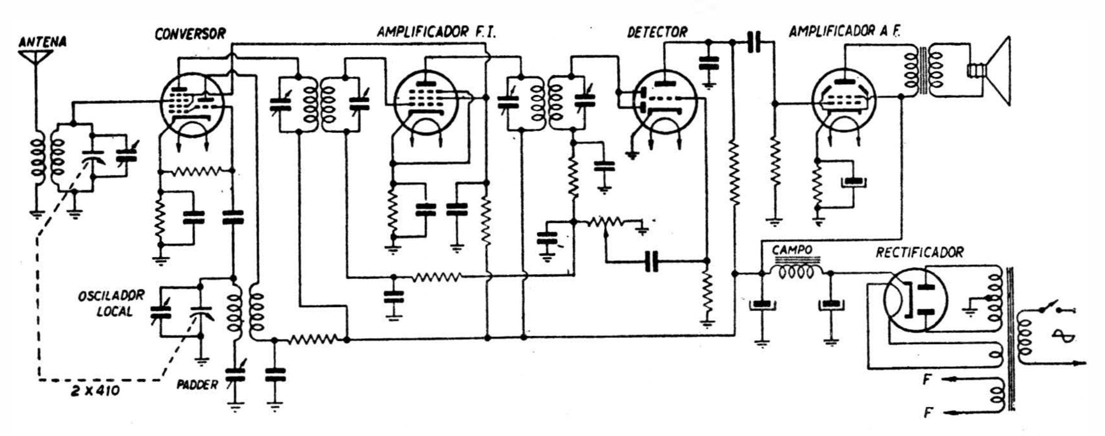


Fig. 172. — Esquema completo de un receptor superheterodino de 5 válvulas para corriente alterna.

Los receptores para ambas corrientes

En algunas ciudades hay zonas con distribución de corriente alterna y zonas con continua. Además, en otras localidades se presenta el caso de que en unas hay C. A. y en otras C. C. Por tal motivo muchas veces se opta por diseñar receptores capaces de funcionar indistintamente con las dos redes. Estos receptores se llaman "*de ambas corrientes*".

La diferencia sustancial con los de alterna es que no pueden tener transformador en la fuente de alimentación, ya que estos elementos no funcionan en continua, donde no hay variaciones magnéticas. Si se conecta un transformador a la corriente continua circulará una corriente por el bobinado primario, pero no aparecerán tensiones en los secundarios. Además, como el bobinado primario tiene poca resistencia, la corriente circulante será muy intensa, lo que puede llegar a destruirlo. En alterna esto no ocurre por el efecto de impedancia, al que se agregan otros cuyas explicaciones escapan a nuestro tema.

En consecuencia, al no poder utilizarse un transformador, no disponemos de la fuente para los filamentos, y como las válvulas necesitan 6 ó 12 Volt más o menos, y en la red hay muchos más, es necesario conectar todos los filamentos en serie, y elegirlos de las mayores tensiones posibles. Aun así no llegamos a sumar los de la red, por lo que hay que reducir la diferencia con una resistencia.

Veamos al efecto el esquema de la figura 173, que muestra el circuito de un receptor de ambas corrientes. Suponiendo que se hayan elegido las válvulas 12K8, 12SK7, 12SQ7, 50L6 y 45Z5, averiguamos por un manual de válvulas que las tensiones de filamentos son: 12,6 12,6 12,6 50 y 45 Volt respectivamente. Si agregamos uno 6V para una lamparita de dial, y sumamos todos nos da 138,8 Volt, lo cual quiere decir que para poder conectar esta serie a la red, suponiendo que ésta tenga 220 V, hay que rebajar la diferencia, o sea 81,2 Volt, con la resistencia R del esquema. Su valos resulta, empleando fórmulas matemáticas, 541 Ohm, para las válvulas indicadas. No debe preocupar este cálculo, pues en los esquemas se da el valor de esta resistencia, que viene colocado en el cordón de alimentación del aparato y se adquiere por metros. Por ello, en los receptores para ambas corrientes no deben cortarse pedazos del cordón cuando se estropea sino cambiarlo entero, porque de lo contrario se altera la resistencia R de la figura 173 y pueden perjudicarse las válvulas

La rectificadora empleada es un diodo simple, ya que se rectifica media onda, según el esquema de la figura 173, pero que ya vimos en la figura 68. En serie con el cátodo de la misma se coloca el filtro, formado por el bobinado de campo del parlante y los dos capacitores electrolíticos C. Nótese que, en serie con la placa, va una resis-

tencia R_1, que generalmente recomienda la fábrica.

También puede observarse que, en paralelo con la lamparita del dial, va una resistencia S llamada "*shunt*", cuyo objeto es que si se quema la lamparita no se interrumpa la corriente de la serie de filamentos y siga funcionando el receptor.

Pasemos ahora al circuito general, que se ve en

binas, y un sistema especial de llaves conmutadoras que conectan las correspondientes a onda larga o corta, según la estación que se desee sintonizar. El capacitor tandem será el mismo, y en consecuencia funciona en las dos bandas de onda.

La figura 174 da el esquema práctico. Nótese que en lugar de una hay dos bobinas en cada lu-

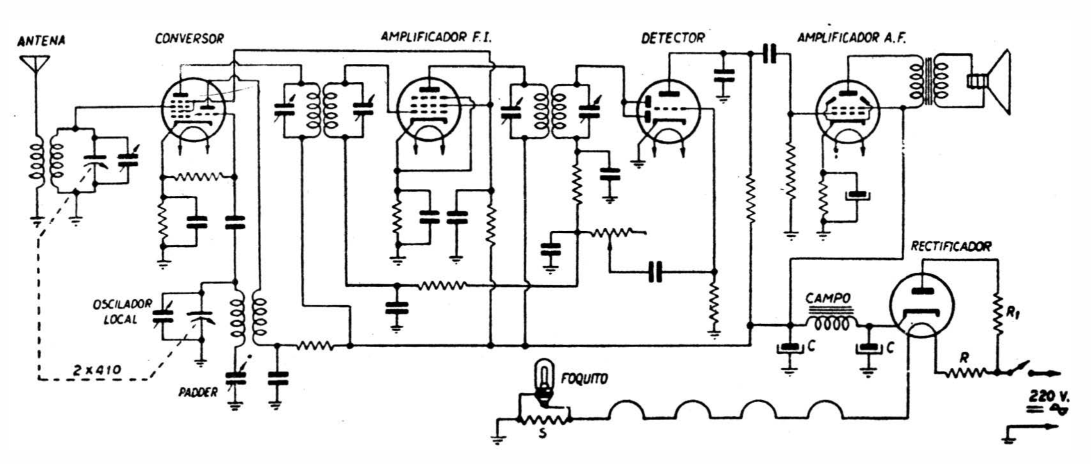


FIG. 173. — Esquema completo de un receptor superheterodino de 5 válvulas con alimentación para ambas corrientes.

la figura 173. Si lo comparamos con el de la figura 172 notaremos que no hay ninguna diferencia salvo en la parte correspondiente a la fuente de alimentación. Las válvulas no pueden ser las mismas en ambos circuitos, porque en la figura 172 todos los filamentos se conectan en paralelo a los puntos FF del secundario especial de 6,3 Volt del transformador de alimentación. Luego todas las válvulas deben ser de la misma tensión en filamento. En cambio, en el circuito de la figura 173, los filamentos van en serie, y entonces hay que elegir las válvulas de igual corriente de filamento. Lo común es usar válvulas de 0,15 A. en filamento. El esquema de la figura 173 no presenta ya ninguna novedad para nosotros.

Los receptores para dos bandas

Cuando además de las estaciones de onda larga, se desea sintonizar estaciones distantes de onda corta, habría que tener otro receptor con diferentes bobinas en la sección de R. F., lo que resulta muy costoso.

Como en todo el receptor sólo se presenta la diferencia en las bobinas de entrada de la conversora y en las del oscilador local, todo el problema se resuelve colocando en el receptor ordinario de la figura 172 por ejemplo, un doble juego de bo-

gar, pero las llaves marcadas 1, 2, 3 y 4 conectan las de la izquierda (corresponden a Onda Larga, marcada L) o las de la derecha (corresponden a Onda Corta, marcada C). Las cuatro llaves conmutadoras se mueven con un mismo y solo golpe, pues están montadas en un único eje. Esta llave de cuatro secciones se llaman de "*cambio de onda*". El pader de onda corta suele ser un capaci-

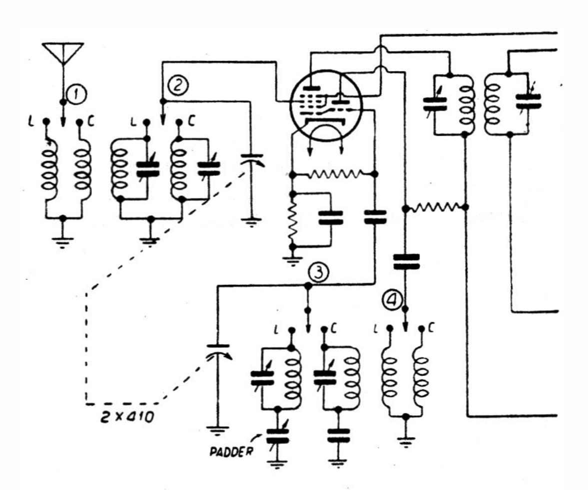


FIG. 174. — Sección de R. F. de un receptor para onda corta y larga.

tor de mica de capacidad fija, mientras que el de larga sabemos que es variable, con ajuste a tornillo cuando se calibra el receptor. Cada bobina tiene en paralelo un trimer, para compensar las diferencias de capacidad separadamente para cada banda, porque si no el ajuste en una de ellas no sería correcto en la otra.

El circuito general del receptor puede verse en la figura 175 y se nota en seguida que no ofrece mutaciones en seis pares de bobinas, pero en el esquema se usa una de cuatro secciones.

De la etapa amplificadora de R. F. pasamos a la conversora, con su oscilador local que ya nos es conocido. De allí a la amplificadora de F. I. y luego a la detectora, con su preamplificador de A. F. incluído en la válvula doble. Hasta aquí no hay novedad. Obsérvese que como la amplificadora de R. F. es una válvula de mu variable, pue-

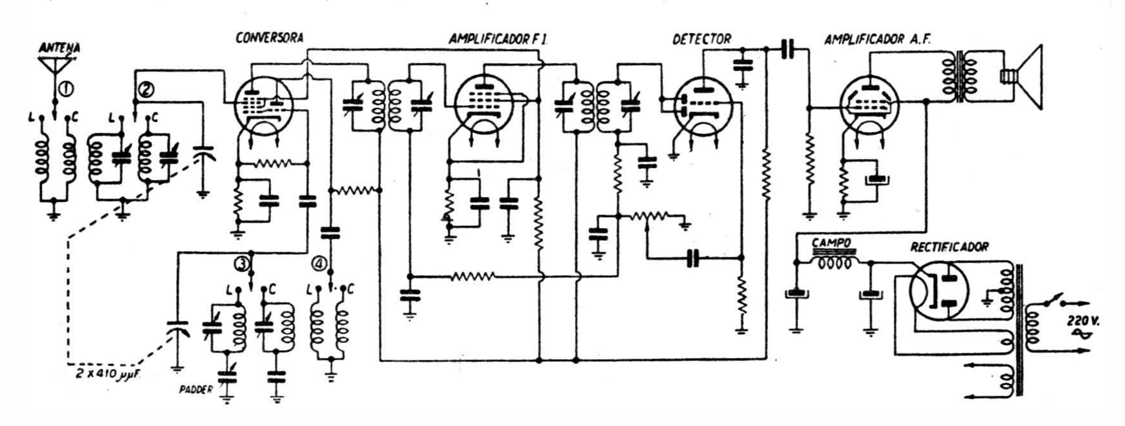


Fig. 175. — Esquema completo de un receptor superheterodino para onda corta y larga y alimentación de corriente alterna.

diferencia con el de la figura 172, salvo en el detalle de las bobinas de R. F. que son dobles. con las cuatro llaves que forman el cambio de onda.

Los receptores combinados

Veamos ahora cómo se diseña un receptor con algunos refinamientos que le hagan más completo y perfecto que los tratados hasta aquí. Nos referimos a los llamados: "*combinados*" por incluir un tocadiscos además del sintonizador común.

Si echamos un vistazo a la figura 176, seguramente nos parecerá un circuito complicado, pero no hay tal cosa. Las etapas que constituyen este receptor son casi las mismas que las de la figura 172, con algunas adicionales cuyas misiones respectivas pasamos a explicar.

Comencemos por la entrada de antena: encontramos primeramente una válvula en la etapa amplificadora de R. F.; la misión de esta válvula es suministrar señales más intensas en la banda de ondas cortas. En onda larga podría prescindirse de ella, pero no molesta, y por el contrario, contribuye a aumentar la selectividad del receptor. Como esta etapa debe sintonizarse también conjuntamente con la conversora, necesitamos un tandem triple en lugar de doble. Asimismo, la llave de cambio de onda debería tener seis secciones en lugar de cuatro, porque debe hacer las con-

de aplicársele el C.A.S., mediante la conexión al mismo punto que se toma para la de F.I. pero independizando el circuito con una resistencia en serie y un capacitor conectado a masa. La bobina de grilla de la amplificadora de R.F. no va entonces conectada a masa sino al C.A.S., con objeto de darle una tensión negativa de frenado.

Aquí, en el circuito de C.A.S., observamos otra novedad: el *indicador visual de sintonía*. Esto se hace con una válvula especial, que tiene en la parte superior una pantallita anular fluorescente donde se produce un sector de sombra, de ancho variable. Si se aplica a la grilla de esta válvula la tensión del C.A.S., el sector de sombra se reduce más cuanto mayor sea la tensión de C.A.S., es decir, cuando la señal de R.F. es más fuerte. Como esto último ocurre cuando la sintonía es perfecta, el indicador acusa la sintonía correcta por reducción del sector de sombra. Para observarlo desde el frente del receptor se coloca la válvula de manera que su parte superior quede visible en el panel, dentro del dial o cerca de él.

Otra novedad la encontramos en la salida de audio del detector. En lugar de pasar directamente al triodo preamplificador, se inserta una llave inversora para enviar al amplificador de audio la señal provinente de la detección, o la que obtenemos en el tocadiscos, o sea se elige "*radio*" o "*fono*", en los términos usuales. El tocadiscos

consta de un motor eléctrico alimentado directamente desde la red, y un pick-up, cuya salida se envía a la llave inversora. El control de volumen regula aquí las señales de audio que lleguen del detector o del pick-up, aunque pueden emplearse controles independientes.

Del triodo preamplificador pasamos al amplificador de potencia, que en este caso, por tratarse de un receptor de calidad, es un push-pull Si recordamos lo visto en el capítulo VI, sabemos que para tal fin necesitamos un transformador de entrada al push-pull, y en la figura 176 no existe tal transformador. En su lugar hay una válvula doble triodo llamada "*inversor de fase*" y es la encargada de suministrar a las grillas del push-pull las dos tensiones iguales y opuestas. Para tal fin, uno de los triodos toma señal en una etapa ulterior y la amplifica en el mismo grado que el otro triodo amplifica la señal de audio provinente del preamplificador. Obsérvese de paso que en la grilla aparece un potenciómetro en serie con un capacitor, que oficia como "*control de tono*". Para ello absorbe las señales de frecuencias más altas dando la impresión de sonido más grave.

Otro detalle a destacar es que en receptores de calidad el filtrado en la fuente de alimentación resulta insuficiente si se emplea el campo del parlante como impedancia. Por ello se agrega una impedancia adicional en serie, estableciendo también una derivación a masa con un capacitor electrolítico.

Y hemos terminado con la descripción del receptor combinado, que requerirá un mueble de pie, grande, llevando un parlante de 30 cm (12") por la potencia sonora que se tendrá disponible. Los controles del frente serán las perillas del tandem, de la llave de cambio de onda y los de tono y volumen. En uno de estos dos se combina la llave general del encendido y cerca del motor del tocadiscos irá la llave para ponerlo en marcha. Dejamos para más adelante, los detalles del armado y calibración, cuando nos ocupemos del tema.

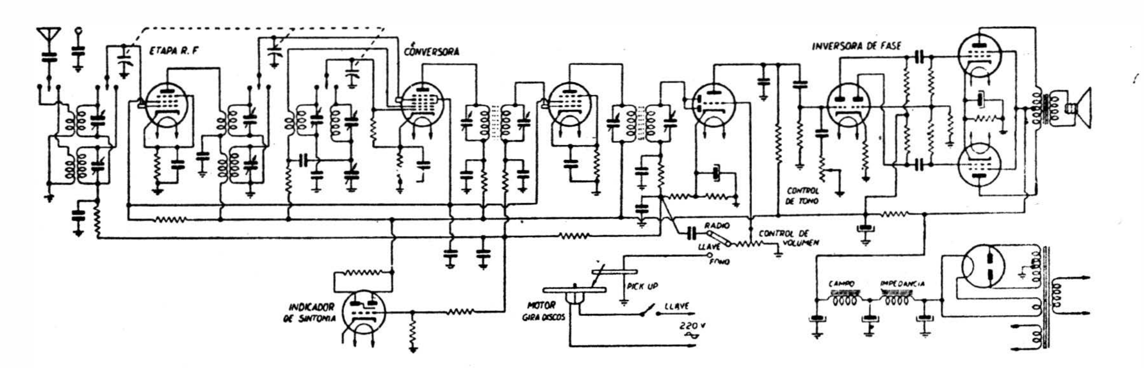


Fig. 176. — Esquema de un receptor combinado con tocadiscos.

Receptores alimentados a vibrador

Después de ocuparnos de las fuentes de alimentación de los tipos comunes nos toca ahora referirnos a una especial que se emplea en todos los casos en que la fuente eléctrica disponible es una batería de acumuladores. La misma se encuentra en los automóviles, lanchas y equipos eléctricos de la campaña generalmente accionados a viento como son los aerocargadores. No nos interesa la manera cómo se carga la batería sino que disponemos de la fuente que nos suministra en la mayoría de los casos 6 Volt de continua y en otros 12 Volt, también de continua Esta tensión es muy baja para alimentar las placas de las válvulas, pero en cambio se presta muy bien para los filamentos de las mismas, pues las que están previstas para 6,3 Volt funcionan perfectamente con 6 Volt.

El problema es entonces elevar esa tensión de 6 Volt hasta un valor de alrededor de 200 Volt que es lo que se necesita para los circuitos de placas y pantallas, y el dispositivo que puede elevarnos una tensión se denomina transformado y nos resulta conocido. Pero el transformador sólo eleva tensiones alternadas y la batería nos da una tensión continua, de manera que la primera operación a realizar es convertir en alternada la continua, operación para lo cual se emplea un aparato denominado "*vibrador*".

El conjunto encerrado en la línea de puntos de la figura 177 es el vibrador, pues lo demás nos resulta conocido. En esencia, consiste de un núcleo de hierro sobre el cual se ha arrollado un bobinado que por un extremo se conecta al positivo de 6 Volt y por el otro a una pieza de contacto de una lengüeta elástica que tiene adherida

una pequeña plaquita de hierro que queda frente al núcleo del bobinado.

Si observamos bien el esquema, veremos que los contactos de la lengüeta están apoyados en las placas superiores A y B. Por la A se cierra el circuito de la bobina y la lengüeta es atraída hacia el núcleo, con lo que se abre el circuito en A, deja de actuar la bobina y la lengüeta vuelve hacia A. Así se cierra nuevamente el circuito y se repite indefinidamente el proceso. Por ser elástica la lengüeta se produce un movimiento vibratorio, lo que da el nombre de "*vibrador*" al aparatito. En realidad, este se parece mucho a una campanilla eléctrica, pero lo que interesa es lo que ocurre con los contactos B y C.

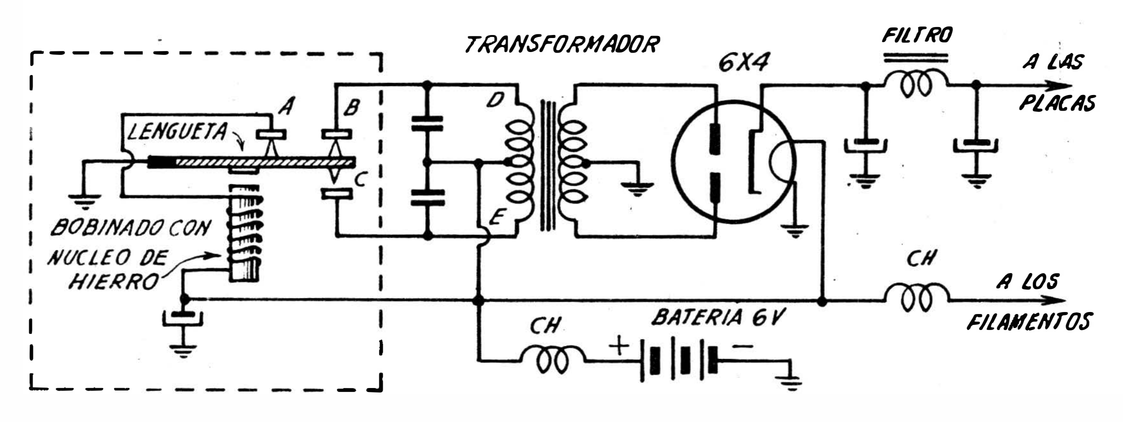


FIG. 177. — Esquema de principio del vibrador simple aplicado a un rectificador a válvula.

Durante la vibración de la lengüeta la misma toca alternadamente los contactos B y C, con lo que el primario del transformador que tiene la entrada del positivo de la batería en el centro. cierra su retorno a masa alternadamente para cada mitad. Por ejemplo, para la posición de la figura el punto D encuentra camino a masa a través del contacto B, y cuando la lengüeta se apoya en C, es el punto E el que encuentra el camino a masa. Por lógica consecuencia, pasará corriente cada vez por una mitad del bobinado del transformador, y obsérvese que en un caso el sentido de la corriente va desde el centro hacia D, o sea es ascendente, o en otro caso va del centro hacia E, o sea es descendente. El campo magnético que este bobinado produce en el núcleo del transformador cambia constantemente de sentido, o sea es alternado y en el bobinado secundario se inducirá una tensión alternada. De aquí en adelante la fuente se comporta como una común de corriente alternada y colocamos un rectificador de onda completa, en este caso con una válvula 6X4 con cátodo, porque no disponemos de un bobinado especial para el filamento de la misma y éste debe ser alimentado con la batería de 6 Volt, lo mismo que los restantes filamentos del receptor. A la salida de la rectificadora encontramos el filtro ya conocido y de él obtenemos el punto positivo general para las placas y pantallas de todas las válvulas restantes.

Como la vibración de la lengüeta produce chispas en los contactos por la interrupción de los circuitos con corriente, estas chispas dan origen a corrientes de alta frecuencia que producirían ruidos al receptor. Es necesario entonces, absorber esas corrientes de alta frecuencia, para lo cual se emplean los dos capacitores que están conectados en el circuito primario y los bobinados de choque (Ch) que aparecen en la figura. Uno de ellos impide que esas corrientes vayan hacia la batería por el cable largo que llega a la misma y que oficiaría de antena emisora. El otro impide que vayan hacia los filamentos de las otras válvulas, desde donde sería fácil que pasaran a los circuitos del receptor. Idéntica finalidad de absorción tiene el capacitor electrolítico que va a masa desde el punto de alimentación de la bobina del vibrador.

El vibrador que hemos descripto tiene por única finalidad la de convertir en alternada la tensión continua de la batería, pero no permite prescindir de la válvula rectificadora, según lo hemos visto. Hay un tipo de vibrador denominado "*sincrónico*" cuyo esquema se ilustra en la figura 178, que reemplaza a la válvula rectificadora. Su lengüeta tiene dos contactos adicionales que están conectados a los extremos del bobinado secundario del transformador, como única novedad con respecto al tipo de la figura. La bobina del vibrador, el bobinado primario del transformador y sus correspondientes contactos en la lengüeta

funcionan en la forma que ya ha sido explicada. Veamos entonces como trabajan los contactos F y G, que son los nuevos y que están aislados de los otros aunque también se conectan alternativamente a masa. En realidad, el dibujo no está correctamente hecho, pues los contactos F y G están en una segunda lengüeta que no aparece en la figura, pero para la explicación no nos molesta el error, que ha permitido simplificar el dibujo. Cuando la lengüeta apoya en el contacto G, circula corriente hacia masa sólo por la mitad inferior del secundario del transformador, y cuando apoya en F circula por la mitad superior. Si recordamos el funcionamiento de la rectificadora de onda completa, notamos que es idéntico al del conjunto que acabamos de mencionar.

En consecuencia, el secundario del transformador con la lengüeta adicional y sus contactos F y G constituyen un rectificador de onda completa, cuya salida de positivo está en el punto central del secundario adonde se intercala el filtro, y finalmente va a las placas y pantallas de las válvulas del receptor.

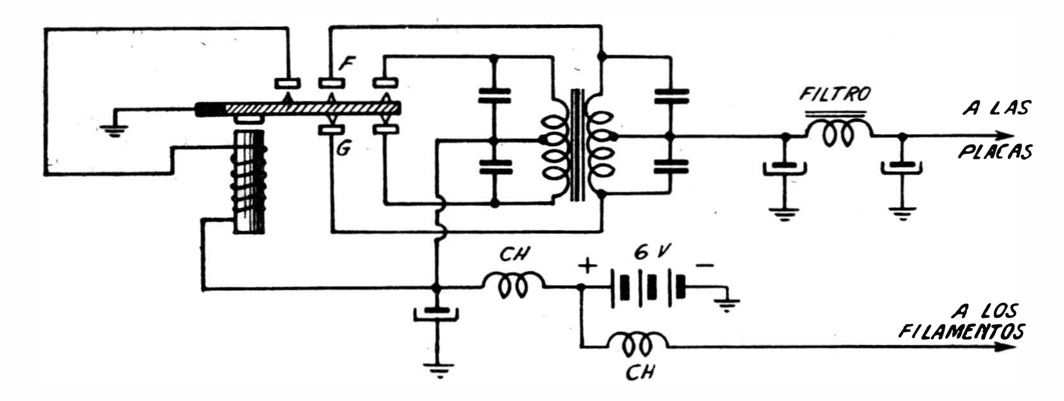


FIG. 178. — Esquema de principio del vibrador sincrónico.

En este caso también se producen chispas en la lengüeta y sus contactos, por lo que deben colocarse capacitores de absorción y choques (Ch), todos los cuales pueden verse en la figura. En apariencia el vibrador sincrónico es mejor que el otro porque permite ahorrar la válvula rectificadora, pero en la práctica es de menor duración por tener mayor cantidad de contactos que se desgastan por el chisporroteo.

Al lector:

La lectura del capítulo que acabamos de ver hab... parecido larga y complicada al lector la primera vez que lo haya hecho, pero al repetirla, se habrá ido familiarizando con cada página, y cada vez le habrá sido más fácil entenderla. Si se ha asimilado el total de lo visto, puede decirse que la tarea más importante ha terminado, porque comenzaremos con la parte práctica, que se refiere a la descripción de materiales y elementos a emplear para armar receptores.

Consideraremos, pues, que la teoría del funcionamiento de los receptores ya es conocida, y si así no hubiera resultado, sugerimos la conveniencia de volver atrás, para aclarar las dudas o los puntos no comprendidos. Es muy importante que antes de empezar a trabajar, sepamos lo que hacemos y por qué lo hacemos.

Dejemos, pues, al amigo lector en la meditación de si ha comprendido o no todo lo visto hasta ahora, haciendo volver las páginas para recordar los diversos temas, y tratando de explicarse mentalmente el funcionamiento de una y otra sección del receptor. También dará seguramente un vistazo al receptor de radio que tiene sobre la mesa, y repasará cada parte con la mirada, para tratar de recordar su misión en el circuito. ¡Si sale airoso de este trance, siga adelante! Al final del capítulo que sigue volveremos a conversar.

Día 10

EL TALLER DE RADIO

Después de la descripción de los materiales y las explicaciones sobre el funcionamiento de los circuitos, el lector seguramente deseará comenzar a armar equipos para comprobar sus conocimientos y obtener la satisfacción de escuchar su propio receptor.

En efecto, hasta ahora nos hemos ocupado de la parte teórica de la obra, salvo en el último capítulo donde comienza ya el contacto con la realidad. Siendo de suponer que el lector quiera instalar su pequeño rincón de trabajo, hagamos algunas consideraciones de orden práctico a modo de orientación.

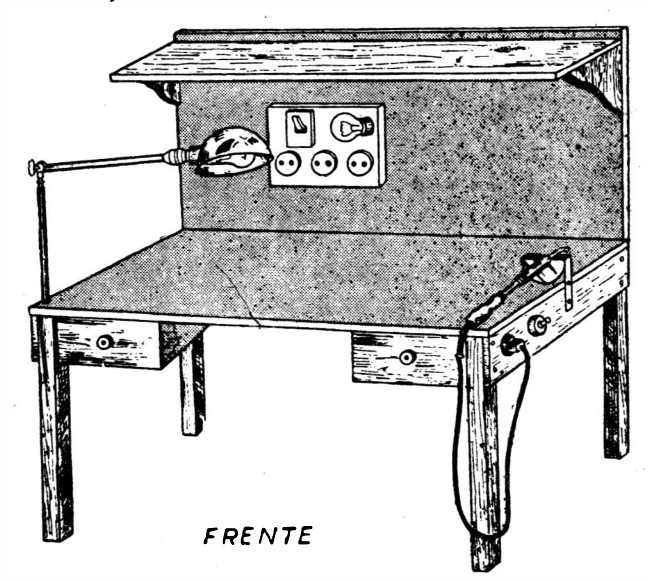
La mesa de trabajo

Si la única aplicación práctica de la lectura de estas páginas ha de ser la de iniciarse en una nueva ciencia y conformarse con el conocimiento, no deberíamos seguir avanzando. Pero si se va a comenzar una nueva actividad, sea con fines lucrativos o con los de satisfacer un gusto o una vocación, resultará muy conveniente rodearse de ciertas comodidades mínimas.

En primer lugar tenemos la mesa de trabajo, que constituirá, con los elementos que contenga, todo el modesto taller. Claro está que podría trabajarse en cualquier mesa improvisada, pero para comodidad y eficiencia de la tarea, si ha de ser asidua, conviene instalarse cómodamente.

La mesa para Radio debe tener algunos accesorios que la experiencia aconseja. La figura 179 muestra un modelo que da muy buenos resultados. Se trata de una mesa común, con dos cajones profundos a los costados, pudiendo tener, además, los pequeños cajones comunes, debajo de la tabla.

En los cajones grandes se guardan los mate-



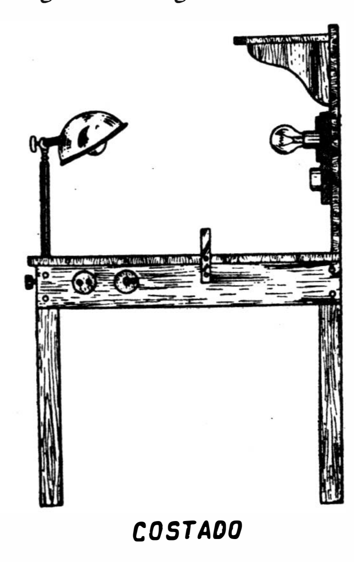


FIG. 179. Aspecto de una cómoda mesa de trabajo para Radio. En los cajones se colocan las herramientas y los materiales.

riales, y como el armador decide generalmente tener stock de los diversos elementos, conviene que aquéllos tengan divisiones, para tener separados los distintos materiales. Si hay cajones pequeños, resulta muy cómodo hacerles tabiques formando pequeños compartimentos para resistencias, capacitores, tornillos, perillas, etc. De este modo se facilita la búsqueda de cada elemento durante el armado de un equipo. En realidad cada lector hará su propio diseño, ateniéndose a sus disponibilidades y gusto personal. Más arriba, nuestra mesa tiene una repisa, que representa una gran comodidad. Sobre ella se colocan los esquemas que se usan durante el trabajo, los ins-

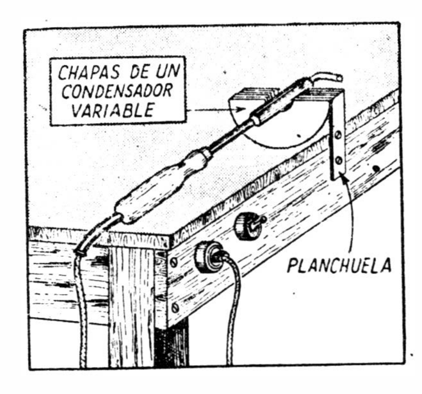


Fig. 180. — Forma de hacer un buen posa-soldador.

trumentos para control y calibración si los hay, y todo aquello que moleste sobre la tabla de trabajo.

Otro detalle importante es la luz para trabajar de noche o en rincones no muy bien iluminados. El trabajo en Radio requiere mucha claridad, para no cometer errores en el circuito, para verificar bien el estado de las soldaduras, etc. Lo más cómodo es una lámpara con brazo articulado, que queda más alta y más atrás que la cabeza del armador, preferiblemente un poco a la izquierda. Con dos trozos de tubo y un poco de ingenio se puede hacer un excelente brazo articulado. La figura 179, en las dos vistas, sugiere la colocación.

Para la mesa se hará una instalación eléctrica adecuada, con tableros de instrumentos, tomacorrientes o enchufes para el soldador y para la lámpara, y otras cosas más. Los dos tomas van una a cada lado y conviene que junto a cada una haya un interruptor para cortar la luz y apagar el soldador, respectivamente.

Otro detalle importante es el soporte del soldador, que puede hacerse de muchas maneras. Una planchuela curvada y atornillada al costado de la mesa, puede servir. Una idea práctica al respecto, consiste en utilizar una sección de chapas fijas de un tandem viejo, porque proporciona gran superficie de radiación de calor y el soldador no se recalienta. Estas chapas se ajustan a la planchuela soporte dejando hacia arriba la parte de la curva recortada del centro, según se ve en la figura 180.

El tablero

El circuito de la mesa incluye el tablero de trabajo, cuyo aspecto se ve en la figura 181 y que tiene la entrada de corriente de la línea con protección especial contra cortocircuitos y varios tomacorrientes. La protección consiste en un disyuntor automático bipolar, o en su defecto dos fusibles, que son más económicos. Cualquier error en las conexiones o cortocircuito accidental no implica así ninguna consecuencia para la línea general.

Hay dos o más tomas directas para conectar el receptor, algún instrumento de calibración, etc., y un tercer toma que tiene en serie una lámpara común, con el objeto de conectar primeramente en ella cualquier artefacto que se desea revisar. Si está en cortocircuito, se encenderá la lámpara a pleno brillo y si está bien, encenderá con menor intensidad.

Salen también de este tablero dos ramales para los tomas de luz y del soldador. El esquema completo de la mesa de trabajo se ve en la figura 182. Este tablero se sitúa en el fondo de la mesa, en posición vertical, tal como puede apreciarse en la figura 179. Puede resultar más cómodo colocarlo

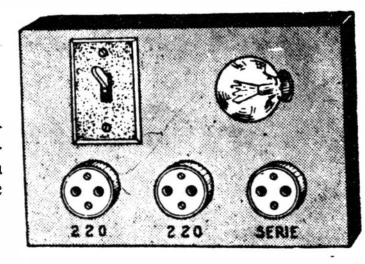


Fig. 181. — El tablero de la instalación eléctrica para la mesa de trabajo.

más hacia la izquierda, para que cuando se trabaja sobre un chasis, éste no moleste al querer maniobrar en el tablero.

El material más conveniente para hacer este tablerito es la ebonita, pero también puede utilizarse fibra, pertinax, cartones aislantes, etc. Del tablero sale un cable para conectar la mesa a la línea general de distribución.

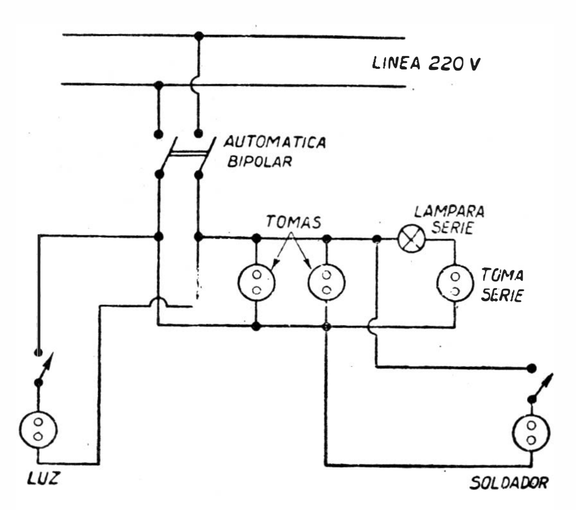


Fig. 182. — Esquema eléctrico correspondiente al tablero de la fig. 181.

Las herramientas

Veamos ahora cuáles son las herramientas necesarias para nuestra mesa de trabajo. Claro está que hay herramientas indispensables y otras accesorias. Nos ocuparemos de las primeras, y mencionaremos las otras, para que sirva de ilustración.

Herramienta indispensable para el armador es un *soldador*, resultando más cómodo y práctico el eléctrico. En la figura 183 aparece en primer término uno de esta clase. Consta de la punta activa, la resistencia calefactora y el cable de conexión. Tanto la punta como la resistencia pueden reponerse cuando sea necesario.

La punta debe mantenerse siempre limpia y estañada. Para ello hay que pasarle frecuentemente la lima con objeto de sacarle la capa de escoria y sumergirla en estaño, o aplicarle el alambre de

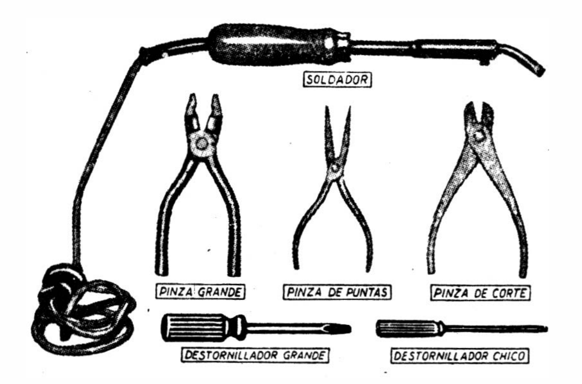


Fig. 183. — Vista de las herramientas para trabr en radio.

estaño y resina. Generalmente basta con pasarle un trozo de trapo o de cuero.

Siguen ahora *las pinzas*, de las cuales hacen falta tres como mínimo. Una es la común *de electricista*, que sirve para apretar tuercas, sujetar piezas robustas, etc. Otra es la de *puntas*, que se utiliza para sujetar los cables y elementos mientras se suelda. Y la tercera es la de *corte*, empleada para cortar cables y terminales, pelar el aislamiento, etc.

Y finalmente tenemos los destornilladores, uno grande y otro pequeño, usados según el tamaño de los tornillos. El armador precavido se provee casi siempre de varios de distintos tamaños, y la práctica le dicta cuál debe usar en cada trabajo.

Entre las herramientas accesorias tenemos el taladro, el martillo, las limas y la sierra. Si el chasis tiene todos sus agujeros y los potenciómetros tienen sus ejes cortados a medida, podría prescindirse de ellos, pero en la práctica eso no ocurre. Hay que hacer agujeros en el chasis y retocarlos con limas redondas *"cola de ratón"*. Hay que cortar los ejes de los reóstatos y repasarlos con la lima; sobre esto conviene advertir que nunca deben ajustarse por la caja, sino por el eje mismo, para no dañar los contactos internos.

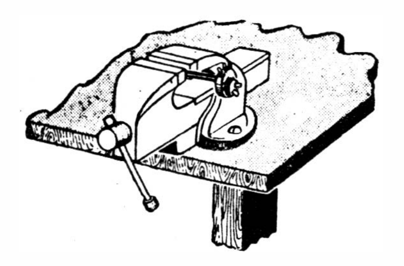


Fig. 184. — Vista de un potenciómetro sujeto en una morza para cortar el eje.

Véase al efecto en la figura 184 la manera de cortar un eje, sujetándolo en una pequeña morza.

También la caja llevará agujeros en el frente, que hay que hacerlos con taladro y con sierra, o con serrucho de punta para calar. El dial requiere un agujero grande, generalmente de forma rectangular, y hay que tomar bien las medidas antes de hacerlo para no estropear la caja.

Si se trata de un receptor combinado con tocadiscos, habrá que instalar el motor y el pick-up, además del chasis y dial del receptor. Todo ello no tiene complicaciones para el armador habilidoso, pues basta observar un aparato construído y terminado para aprender a hacerlo.

Los accesorios de trabajo

Además de las herramientas propiamente dichas, en el taller de Radio es necesario disponer de otros utensilios y pequeños elementos de tra-

bajo, que sería largo y ocioso enumerar, pues su utilidad se hace patente en el curso del trabajo, mencionaremos los más comunes.

Enumeraremos entre ellos los accesorios para soldar, como la *resina* en pasta para desengrase de los cables y terminales de piezas. En un terrón de resina se sumerge la punta del soldador para ese fin. Es común también usar "*solventes*" o "*pasta roja*", que son mordientes o desengrasantes más enérgicos, pero que deben usarse con precaución, evitando que se corran o desparramen por el chasis o los elementos.

El *papel esmeril* sirve para limpiar la punta del soldador y para pulir las piezas después de la limada. Para la caja se emplea el papel de lija.

Hay que disponer los tornillos y arandelas para sujetar el chasis, el parlante y otros accesorios al mueble. Sus dimensiones se verán en cada caso particular.

Entre los accesorios útiles podemos citar también una colección de circuitos y libros técnicos; un manual de válvulas sirve para determinar los electrodos en los zócalos, y para los más exigentes, los instrumentos de medida y ajuste. Este último aspecto requiere un estudio especial, que dejaremos para más adelante.

Lo manera de soldar

Veamos ahora algunas indicaciones prácticas, sobre la forma de trabajar en el taller de Radio, para el lector que se inicia. Suponemos que sabe usar las pinzas, destornilladores, sierra, limas, etcétera, para trabajos comunes, pues si es un entusiasta de la Radio experimental es porque le agradan las tareas manuales, y las realizará frecuentemente en cuanta ocasión se le presente. Es así como sabrá, sin mayores explicaciones, atornillar al chasis los zócalos y demás elementos, cortar los ejes, hacer agujeros, limarlos, etc.

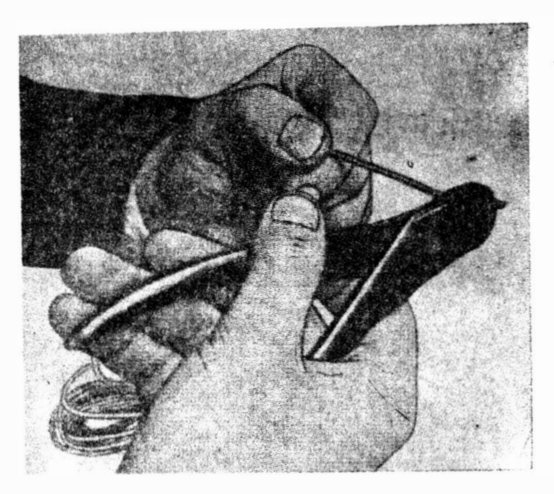


Fig. 185. — Manera de tomar el cable y la pinza para pelar el aislamiento.

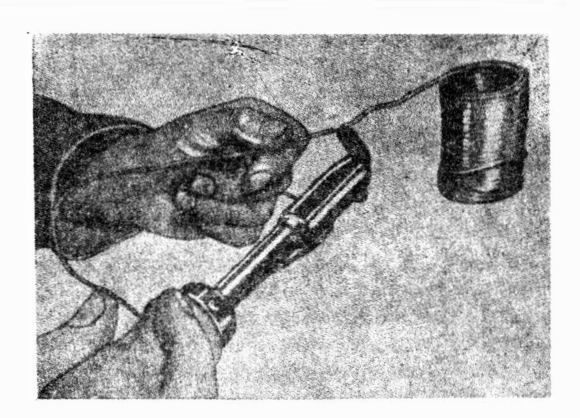


Fig. 186. — Manera de estañar la punta pelada del cable.

En cuanto a las soldaduras es conveniente hacer un alto y ocuparnos de ellas, porque en Radio tienen una importancia capital. Todo el éxito depende de que se hagan correctamente y la estética exige gran prolijidad.

Comencemos por tomar el cable común de conexiones, y supongamos que debemos soldarlo al terminal de un zócalo. Primero hay que pelarle la punta, lo cual se hace como se indica en la figura 185. Se corre el forro aislante más o menos medio centímetro o algo más hacia adentro, con la ayuda de la pinza de corte, o se hinca la pinza sin cortar el cable, quitando el trozo aislante, y quedará el cable metálico a la vista.

Viene ahora el estañado del extremo pelado, lo que se hace según lo muestra la figura 186. Para estañar o para soldar, la regla fundamental es calentar primero la pieza con el soldador y arrimar luego el estaño. Se verá que éste se corre sobre la parte calentada, con lo que puede retirarse y quedará el extremo del cable con una cubierta de estaño sólido en forma de gota. No debe dejarse en cantidad excesiva porque después se correrá el excedente sobre la parte donde va soldado el cable.

Para soldar al chasis, hay que tener más precauciones. Primero hay que limpiar bien el lugar con esmeril o con el filo del destornillador. Luego hay que colocar un poco de mordiente y después dejar apoyado el soldador hasta que se caliente bien el chasis. Se reconoce esto porque arrimando el estaño se corre rapidamente formando una mancha o gota muy achatada. Inmediatamente se espera que se apague el brillo del estaño y se pasa un trapo para quitar la resina o el mordiente que se ha corrido.

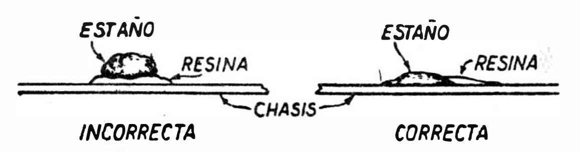


FIG. 187. — Forma en que debe hacerse la soldadura al chasis y cómo debe quedar.

En la figura 187 se ilustra la ejecución correcta de una soldadura mostrando un corte de la parte afectada. Asimismo, se ve en la figura 188 una aplicación práctica, mostrando una soldadura al chasis durante el armado de un receptor. Después que se ha formado la gota de estaño, se arri-

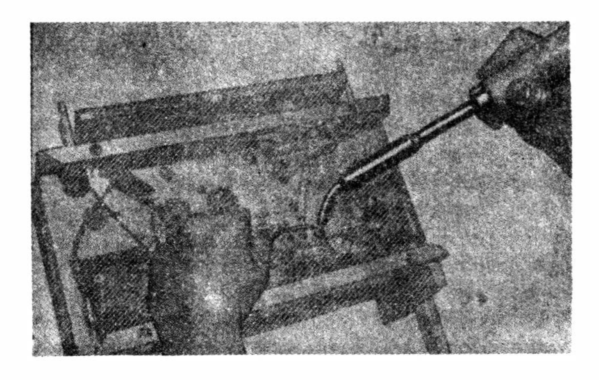


FIG. 188. — Manera de colocar el soldador y el estaño para hacer soldadura al chasis.

ma a ella la pieza a soldar y se apoya el soldador. Primeramente se habrá estañado bien el extremo de la pieza.

En la figura 189 se muestra la forma de soldar un elemento cualquiera, por ejemplo un capacitor. Hay que estañar la punta del terminal, cortado a la medida necesaria, estañar el lugar donde va soldado y luego apoyar el terminal sobre

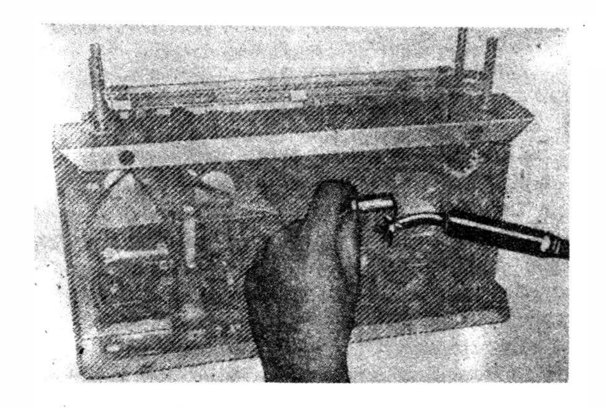


FIG. 189. — Forma de soldar un elemento a un terminal.

ese lugar y el soldador sobre ambas cosas. Cuando el estaño corre se forma una gota brillante, que indica que debe retirarse el soldador. Se conocerá que el estaño está suficientemente frío por el em-

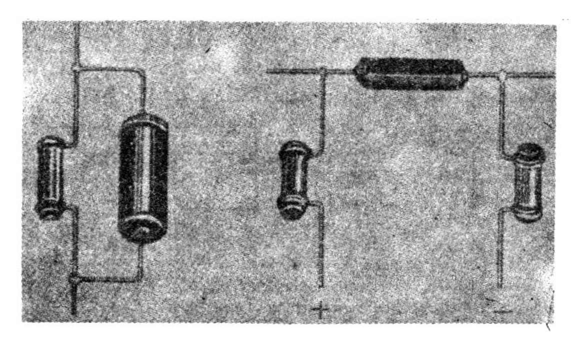


FIG. 190. — Algunas soldaduras en el aire con fines ilustrativos.

pañamiento de la gota, la cual debe abarcar el extremo del terminal y la pata del zócalo o la parte donde se haya soldado, y debe tener el tamaño mínimo para asegurar la solidez, lo que se comprueba tirando del terminal: no debe salirse de la parte soldada.

Cuando haya que soldar entre sí dos alambres, que quedan en el aire, sin apoyo, el procedimiento

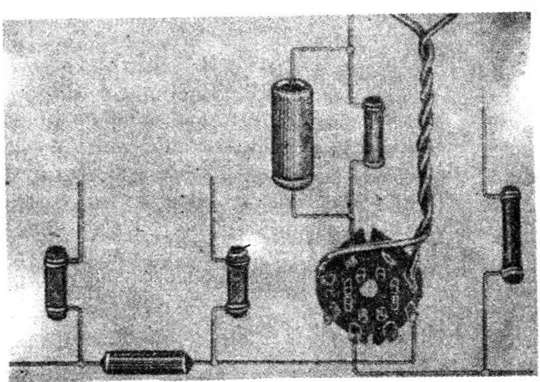


FIG. 191. — Conexiones hechas a un zócalo, para mostrar un modelo y hacer práctica.

es el siguiente: se estañan los dos extremos de manera que formen pequeñas gotas y luego se las arrima, sujetándolas con la pinza de puntas. Aplicando el soldador, las dos gotas forman una sola. Debe cuidarse que la gota cubra bien las dos puntas, pues a veces queda soldado en falso con la resina únicamente.

Las figuras 190 y 191 representan unas cuantas soldaduras entre alambres y a patas de zócalo, pero en forma acomodaticia y solamente con ca-

rácter ilustrativo, pues más adelante veremos que los distintos elementos no se colocan así. La figura 190 muestra la conexión en paralelo de una resistencia y un capacitor, y un acoplamiento

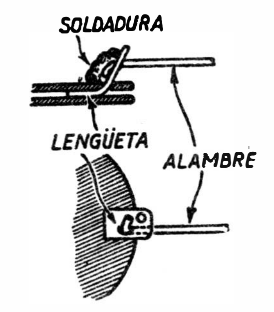


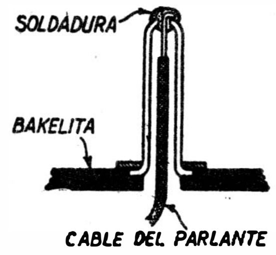
FIG. 192. — Forma de soldar el cable al terminal de un zócalo.

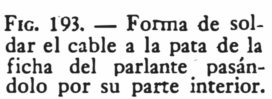
entre válvulas a través de un capacitor con las dos resistencias: una de placa y otra de grilla.

La figura 191 muestra las conexiones en un zócalo con los elementos que sirven para polarizar los electrodos de una válvula. El cable trenzado es para el filamento. Ya veremos que en la práctica no se adopta esta disposición, pero en cambio podemos notar aquí cómo se han hecho las soldaduras volantes. Conviene que el lector vaya ensayando con estos modelos para ejercitarse. Más adelante hará las conexiones en su forma definitiva.

Cuando hay dos o más alambres que llevan una conexión en el aire, conviene colocar un puente de conexiones, cuya pata soporte se suelda al chasis. Las soldaduras de los elementos a unir se hacen sobre los terminales aislados.

La figura 192 muestra la forma de soldar el cable de conexiones al terminal del zócalo. La punta pelada del cable se introduce en el agujerito que tiene dicho terminal, doblándola un poco, y luego se arrima el soldador y el estaño, hasta formar una bolita de soldadura. Tome el lector




FIG. 193. — Forma de soldar el cable a la pata de la ficha del parlante pasándolo por su parte interior.

el soldador y pruebe de hacerlo, hasta que le salga bien.

La figura 193 muestra otro caso especial de soldadura, que es uno de los más difíciles. Se trata de soldar el cable de conexiones a la pata de la ficha del parlante. Para ello se pela un trozo del extremo del cable, y se introduce en la pata, por la parte contraria a la punta de la misma, y se hace que el extremo del cable aparezca por el orificio de la pata. Se arrima el soldador para calentar bien cable y pata y luego se coloca la barra de estaño, de manera que entre estaño líquido dentro de la pata. Hecho esto, se corta el excedente del cable que salió, y la operación queda terminada.

Interpretación del circuito

El circuito de un receptor tiene símbolos y rayas; los símbolos representan válvulas, bobinas, resistencias, capacitores, etc. Hay conexiones en serie, en paralelo, combinadas, etc. Pero si atendiendo sólo a esto nos ponemos a montar el receptor, se cometerán muchos errores. Veamos dos casos concretos que confirman esta observación:

En la figura 194 vemos dos aspectos de la conexión en paralelo de una resistencia y un capacitor, en el caso del conjunto que se conecta

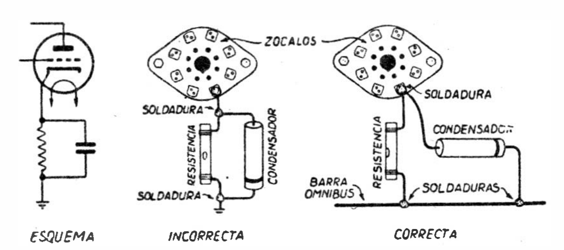


FIG. 194. — Esquema de la conexión de la resistencia y el condensador de cátodo, y forma incorrecta y correcta de ubicar los elementos y hacer las soldaduras.

entre cátodo y masa para polarizar la grilla de la válvula. A la izquierda está el esquema, en el centro se ve la forma cómo debe interpretarse éste, sin atender a razones prácticas, y a la derecha, la manera de colocar los dos elementos en la realidad. El hecho es que no deben hacerse, en lo posible, conexiones en el aire. Los extremos superiores están soldados a la pata correspondiente del zócalo y los inferiores van a masa, o a la barra ómnibus.

Pasemos ahora a la figura 195, que representa el acoplamiento entre dos válvulas de A. F. La salida de placa de la preamplificadora se acopla a la entrada de grilla de la válvula de potencia. En la parte central de la figura se da la solución que tomaría el armador inexperto, leyendo gráficamente el esquema. En la parte inferior la forma como se procede en la práctica, sin emplear cables auxiliares y sin respetar la posición de los elementos. Los puentes de unión entre las resis-

tencias y los extremos del capacitor se hacen directamente en las patas de los zócalos y no en el aire.

Si pasamos a casos más completos, se pone más en evidencia la gran diferencia que hay entre

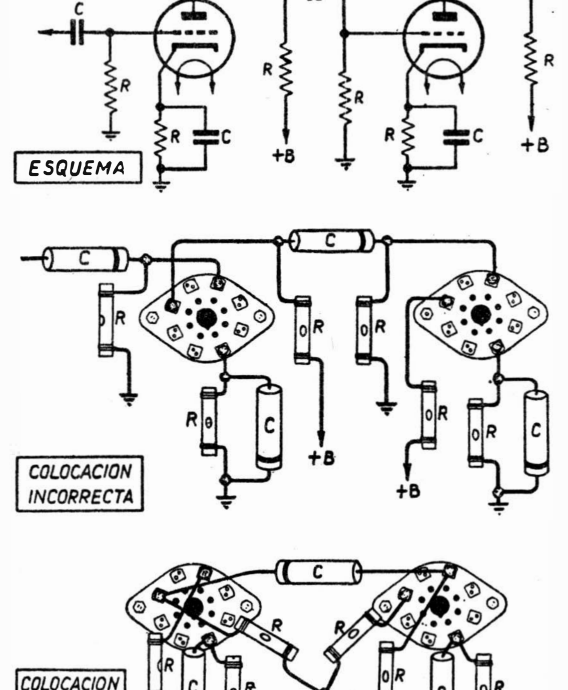


Fig. 195. — Comparación de la manera incorrecta y correcta de disponer los elementos interpretando un mismo esquema.

el esquema teórico y la verdadera colocación de los elementos en el chasis. Si se hiciese el conexionado siguiendo la indicación del esquema sin atender a razones prácticas, el resultado sería desastroso, tanto en lo que respecta a la dispersión de los distintos elementos, como al aspecto y eficacia del circuito.

La forma de proceder en cuanto a la colocación de los elementos se indicará en todo el proceso de armado que describiremos. Se verá que los elementos se distribuyen de manera que ocupen menos espacio y no haya, en lo posible, conexiones largas, que son muy inconvenientes en Radio.

Como los detalles que se han señalado, encontraremos muchos a medida que avancemos en el

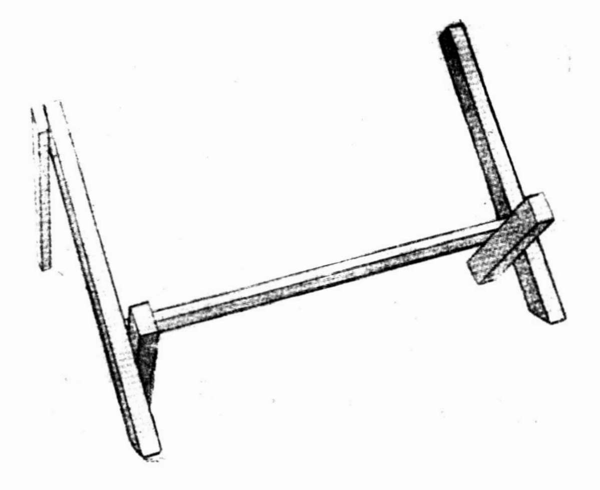


Fig. 196. — Caballete para soportar el chasis mientras se trabaja.

montaje del receptor. Por ello se recomienda muy especialmente seguir paso a paso todas las indicaciones gráficas que vienen más adelante, porque ellas corregirán automáticamente cualquier error de interpretación que tenga el lector al observar el circuito.

Antes de empezar el montaje o armado

Si se han adquirido ya los materiales para montar un receptor, y como conocemos algunos detalles prácticos sobre el montaje y seguramente la impaciencia trata de vencer al lector para impulsarlo a conectar el soldador.

Antes de ello daremos algunas indicaciones

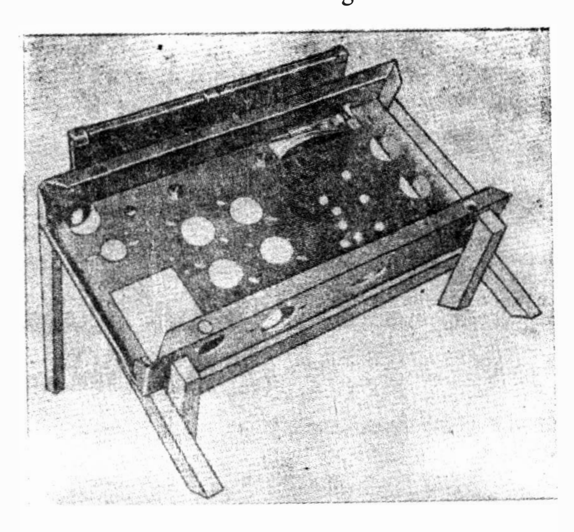


Fig. 197. — Vista del chasis colocado en el caballete de trabajo.

prácticas que pueden ser de gran utilidad. Una de ellas se refiere a la construcción de un pequeño caballete para sostener el chasis en posición inclinada. En la figura 196 se muestra cómo se puede

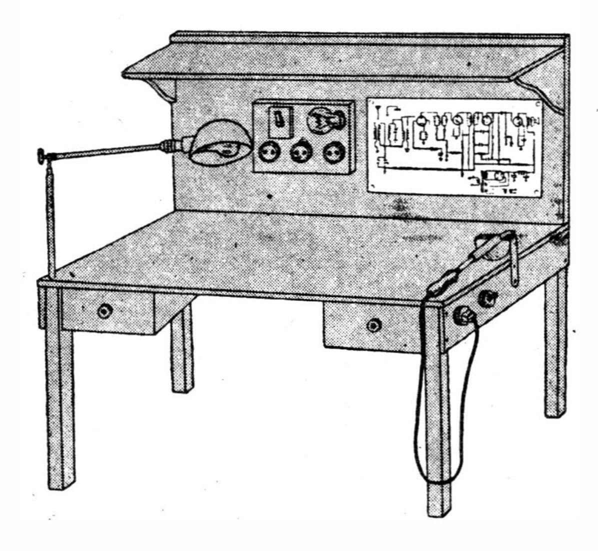


FIG. 198. — Resulta muy práctico colocar el esquema del receptor a la vista frente a la mesa de trabajo.

improvisar este caballete con cinco trozos de madera y algunos clavos. Las medidas deben adaptarse al tamaño del chasis, para que pueda apoyarse con comodidad tal como puede verse en la figura 197. El chasis queda así accesible y se sostiene en la posición que se ve en la figura.

Puede armarse también un caballete más sólido, con la barra central corrediza para que sirva para cualquier tamaño de chasis. Esto queda a criterio del armador, pero es evidente que resultará un utensilio sencillo y cómodo.

Otra cuestión a considerar es verificar bien, antes de comenzar el armado, si se tienen todos los materiales necesarios. Un sistema infalible para ello es tomar la lista de materiales y marcar cada renglón al ver sobre la mesa cada elemento. No debe empezarse a montar el circuito si antes no se tiene todo lo necesario.

También resulta aconsejable disponer una tabla o una pizarra con el circuito del receptor a la vista, tal como se ilustra en la figura 198. Esto es muy práctico, pues permite ir mirando cada conexión en la pizarra al mismo tiempo que se la realiza en el chasis. Los principiantes suelen adoptar la costumbre de ir tachando con un lápiz rojo en el circuito cada conexión que ejecutan en el chasis. Si bien ello puede resultar muy práctico, conviene abandonar tal costumbre en cuanto se adquiera un poco de práctica, porque es mejor verificar con un golpe de vista cada conexión, mirando sucesivamente el esquema y el chasis.

Ahora, con el bagaje de conocimientos y la mesa de trabajo cubierta de materiales, el circuito en la pizarra y el soldador en su soporte, el entusiasmo y la decisión en el ánimo y la constancia de ir observando estrictamente todas las indicaciones que siguen, se puede comenzar la tarea.

Al lector:

Hoy hemos aprendido a soldar y esto basta para que pueda decirse que se ha aprovechado el tiempo. Seguramente el lector ha practicado con el soldador y los ejemplos que se han citado, para probar la forma cómo se hacen buenas soldaduras. Es conveniente hacer muchas, hasta adiestrarse en esta tarea, porque para armar un receptor hay que hacer bien las conexiones, y la meticulosidad es un factor no despreciable. Seguramente que la primera vez que se quiso pelar la punta del cable con el alicate de corte, se habrá cortado todo: aislamiento y cable... Pero hay que seguir probando hasta que las cosas salgan bien. Las herramientas descritas son prácticas, y con ellas pueden hacerse todos los trabajos, de modo que aprendiendo a usarlas se estará en condiciones de realizar una tarea perfecta.

Muchos habrán emprendido la construcción de la mesa de trabajo, adaptando y completando una vieja mesa de cocina; otros habrán decidido usar una mesa destinada a las aficiones domingueras, pero seguramente el ánimo está dispuesto en todos a comenzar a armar un receptor, y eso es lo que haremos a continuación. Pero no nos adelantemos a la lectura de las páginas que siguen, que allí se dice lo que hay que hacer.

Día 11

ARMADO DEL RECEPTOR MODELO

Es seguro que el lector estará ya impaciente por comenzar a armar o montar aparatos receptores o amplificadores, pues sabe cómo funcionan y ha instalado su pequeño taller. Para aplicar los conocimientos adquiridos hay que construir un equipo, de modo que la práctica de montaje complemente la teoría que ya hemos desarrollado.

El que ha llegado a esta parte y ya tiene conocimientos prácticos, puede emprender la tarea con éxito; pero los más desearán que se les indique la forma de colocar los elementos, de conectarlos, de distribuir las cosas para el mejor funcionamiento del aparato, y por fin, de calibrar o ajustar el receptor una vez terminado.

Comencemos, pues, por hacer algunas consideraciones prácticas para orientar al lector acerca de lo que va a construir.

Elección del circuito

La práctica más completa se hará con un aparato receptor, pues allí se presentan problemas de R. F. y de A. F. combinados. También hay que estudiar la distribución de elementos con más cuidado que en un amplificador. Y como labor complementaria de gran interés, tendremos al final el ajuste y calibración, que no se presenta en los amplificadores.

Por todo ello haremos la práctica constructiva sobre una receptor, y para darle mayor interés aún, se elegirá uno de onda corta y larga, que es lo más completo y lo que permitirá resolver mayor cantidad de problemas.

Hay que elegir, pues, un circuito de receptor de dos bandas de sintonía tipo superheterodino, que es lo corriente en la actualidad, y con alimentación de ambas corrientes, por razones de economía.

Esto no quiere decir que el lector deba limitarse al modelo y descripción que hacemos aquí, pues puede construir el aparato que resulte de su agrado. Simplemente hemos adoptado un circuito como ensayo práctico para explicar y mostrar cómo se monta un receptor.

Si el lector va a una casa del ramo y pide un juego de bobinas, dentro de la caja de ellas encontrará un circuito completo de un receptor, con indicaciones claras para el montaje. No obstante, aquí le daremos las mismas indicaciones, para evitar toda dificultad.

Tenemos así el circuito completo que se ve en la figura 199. En el extremo de la izquierda está la entrada de antena, donde se captará la señal, y en el extremo de la derecha el parlante, donde se obtendrá el sonido. Entre ambos extremos se encuentran todas las etapas y sus distintos accesorios: la conversora, la amplificadora de F. I., la detectora combinada con la preamplificadora de audio y la amplificadora de potencia. Más abajo aparece la rectificadora. Los valores de la resistencias y capacitores que se indican en el esquema son los que corresponden a las válvulas empleadas.

Cada símbolo de válvula tiene en los electrodos los números que corresponden al orden de las patas del zócalo octal, visto de abajo según norma convencional, de modo que no habrá dificultades en la interpretación.

Las bobinas tienen indicados colores o números en los cables o terminales, para facilitar la identificación de cada extremo de bobinado.

El transformador de salida, que alimenta al parlante, tiene sus dos cables para placa y +B y los otros dos que corresponden al bobinado de campo son fácilmente identificables por salir de distinto lugar en el parlante.

Cuando se recibe en onda larga, la antena puede ser un simple trozo de cable de un metro, más o menos, pero para onda corta será menester instalar una antena aérea, de unos 10 a 15 metros de longitud lo más alta posible. Sobre esto insistiremos más adelante.

LISTA DE MATERIALES

1 Juego de bobinas UCOA 540 M.
1 Tandem doble neutro, 2x410 sin trimers.
1 Gabinete, con dial y chasis para super 5 ambas corrientes.
1 Parlante UCOA 5RE de 125 mm, con transformador para 3.000 Ohm.
1 Impedancia UCOA C-060 de 245 Ohm para 80 mA.
1 Llave de cambio de onda, simple, dos posiciones cuatro vías.
1 Lamparita para dial, de 6,3 V. a 0,15 A.
1 Portafoquito para dial.
1 Juego de válvulas: 12SA7GT; 12SK7GT; 12SQ7GT; 50L6GT y 35Z5GT.
5 Zócalos octal de pertinax.
1 Zócalo de 4 contactos.
1 Ficha para fono.
1 Ficha de 4 contactos para parlante.
1 Potenciómetro de 500.000 Ohm, con llave.
1 Potenciómetro de 500.000 Ohm, sin llave.
1 Ficha para línea de 220 V.
4 Perillas de color adecuado para el gabinete.
4 Zapatas para tandem.
8 Arandelas metálicas para tandem.
4 Arandelas de goma para tandem.
4 Puentes aislantes de tres terminales.
2 Gomas para paso de chasis.
2,20 m. Cordón con resistencia de 290 Ohm por metro.
5 m. Cable plástico para conexiones.
2 m. Alambre estañado desnudo de 1 mm. de diámetro.
2 Docenas de tornillos ⅛" con tuercas.
0,50 m. Cable blindado.
1 Resistor de alambre de 220 Ohm para 10 W.
1 Resistor de alambre de 100 Ohm para 10 W.
1 Resistor de alambre de 50 Ohm para 10 W.
1 Resistor de carbón de 2 Megohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 1 Megohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 470 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 330 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 47 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 33 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 20 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 10 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 3,3 K Ohm para ½ W.
1 Resistor de carbón de 330 Ohm para ½ W.
6 Capacitores de mica de .0001 mfd.
1 Capacitor de mica de .004 mfd.
3 Capacitores de papel de .1 mfd.
3 Capacitores de papel de .05 mfd.
1 Capacitor de papel de .02 mfd.
3 Capacitores de papel de .01 mfd.
1 Capacitor de papel de .006 mfd.
1 Capacitor de papel de .005 mfd.
1 Capacitor de papel de .004 mfd.
1 Capacitor electrolítico doble de 50 + 50 mfd. para 350 V.
1 Capacitor electrolítico de 50 mfd. para 50 V.
1 Capacitor electrolítico de 10 mfd. para 25 V.

Elección del material

Hay que proceder a adquirir los materiales de acuerdo con el circuito que se ha elegido, lo que debe hacerse con método. Hemos dicho que los juegos de bobinas que se encuentran en el comercio del ramo vienen con un circuito impreso; agregamos ahora que suelen traer una lista completa de materiales, pero en un orden cualquiera.

El método que aconsejamos seguir en cada caso divide la lista de materiales en dos grupos: "elementos principales" y "accesorios". Los principales deciden el tamaño y tipo de receptor a construir; los accesorios son de segunda importancia.

Un receptor como el que nos disponemos a construir puede ser montado en diversos tamaños: muy pequeño, para mesa de noche; mediano, para mesa, o grande, con mueble de pie. Este detalle hay que decidirlo como asunto fundamental, pues algunos elementos dependen de tal elección. Tendremos así, que el parlante será más o menos grande, según el tamaño del mueble, y podrá colocarse en el centro o a un costado del mismo. El chasis será adecuado a esa colocación. Por todo ello, cuando se va a montar un receptor, y se tiene el circuito preparado, o los materiales se eligen en el siguiente orden:

Caja: madera o plástico; con o sin dial.
Chasis: para alterna o ambas corrientes; con o sin dial.
Bobinas: dos bandas de onda o las que desee.
Parlante: de 15, 20 ó 25 cm, etc., con transformador adecuado a la válvula de salida.
Válvulas: de acuerdo con el juego de bobinas, el parlante y la clase de corriente.
Transformador: de acuerdo con las válvulas y el circuito, si lo lleva.
Accesorios: llave de cambio (puede venir con el juego de bobinas); tandem, potenciómetros, resistencias, capacitores, zócalos (de acuerdo con las válvulas); fichas, puentes, tornillos, perillas, cables, etc.

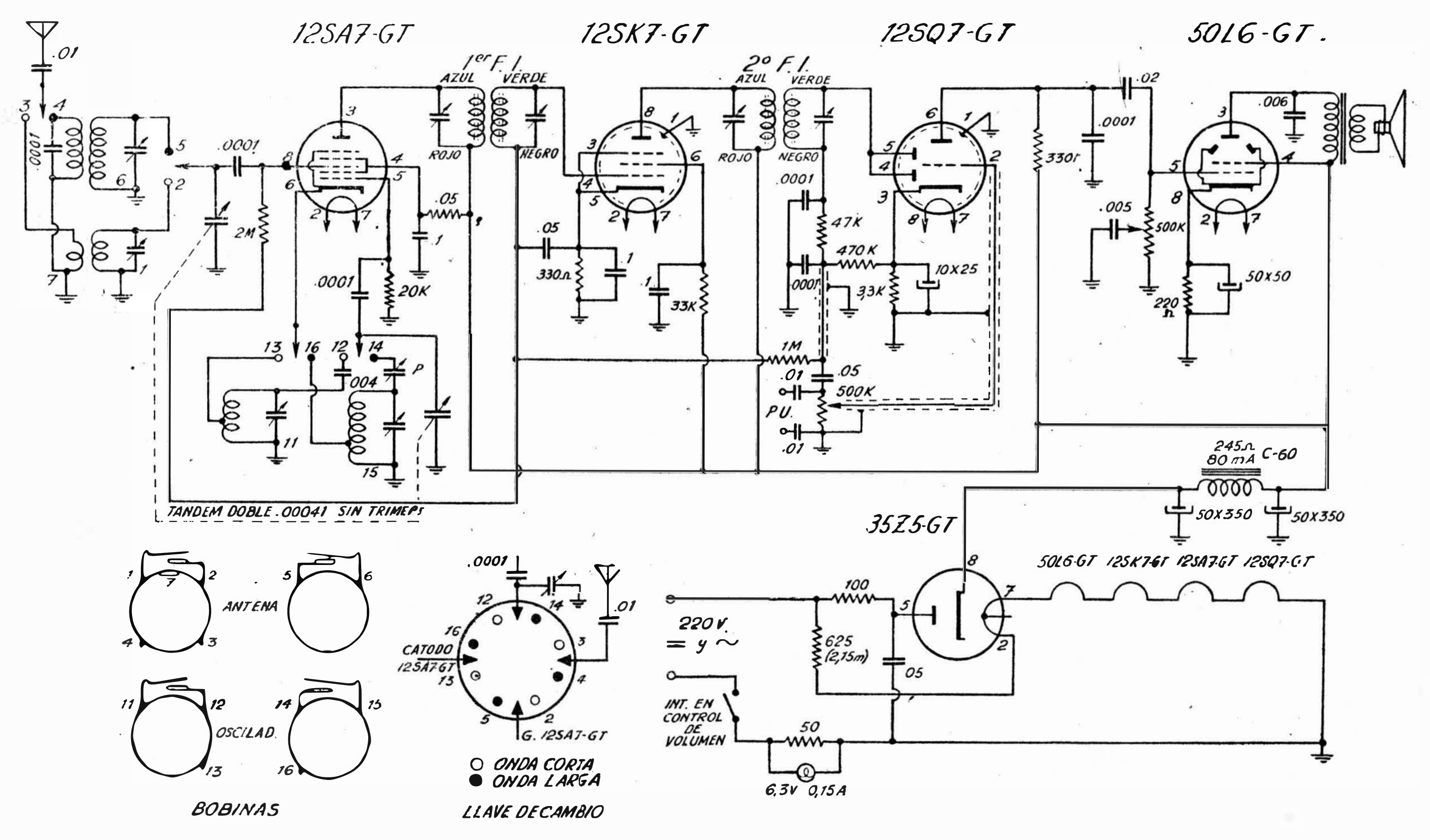


FIG. 199. — Esquema general del receptor superheterodino, para onda corta y larga, 5 válvulas, y alimentación para ambas corrientes, cuya construcción se describe en el texto.

Todos los accesorios enumerados se encuentran de diversas marcas, no pudiéndose hacer aquí recomendaciones sobre alguna de ellas por razones obvias.

Para el circuito modelo se ha procedido de la siguiente manera: se hizo una lista de los materiales necesarios, sin especificar ninguna marca, se pidió la provisión del conjunto completo a un comercio del ramo y se construyó el receptor.

No se quiere dejar sentada una preferencia por razones especiales sobre la elección de los materiales, sino que la misma ha obedecido al gusto personal del autor. Así, resultó elegido un juego de bobinas UCOA 540 M, de fabricación nacional, al cual corresponden los números y clave de colores que se pueden ver en la figura 199. Estas bobinas, tal como se adquieren en el comercio del ramo puden verse en la figura 200; el juego tiene una bobina osciladora y una bobina de antena, cada una en un tubo que sirve de soporte a las secciones para onda corta y onda larga. En la figura 200 son las dos que aparecen a la izquierda y se observa que tienen los trimers colocados. En el centro se ve el pader y a la derecha están ubicados los dos transformadores de frecuencia intermedia, los que, tienen los orificios para calibración en una de sus aristas. Por ellos se introduce el destornillador para variar la posición del núcleo de hierro que tiene cada una de sus bobinas, como corresponde a los circuitos sintonizados por permeabilidad. Sobreentendido que tales núcleos son cilíndricos, pero tienen rosca exterior.

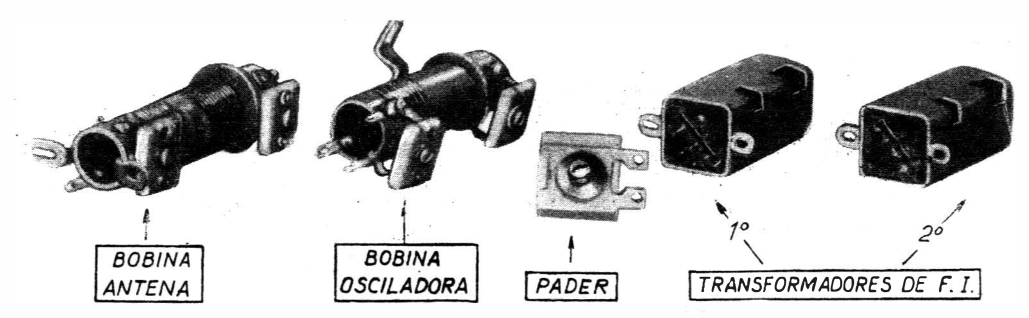


FIG. 200. — Juego de bobinas utilizado para armar nuestro receptor.

En la figura 201 puede verse el chasis que se eligió para armar el receptor modelo. Las perforaciones ya vienen hechas y son para los zócalos de las válvulas y de la ficha del parlante, para el electrolítico doble, para paso de las conexiones y de las zapatas del tandem doble. En el frente están los agujeros para los potenciómetros, a la izquierda, para la llave cambio de onda y para el dial, a la derecha; en el centro y abajo hay una perforación para la lamparita del dial, y en la arista delantera superior hay un corte alargado para alojar el borde del parlante. En realidad el chasis conjuntamente con el dial deben adquirirse de acuerdo con el gabinete que se elija, y es común encontrar chasis con su dial colocado. Este es el caso que se presentó, pero se retiró el dial a efecto de mostrar bien las perforaciones

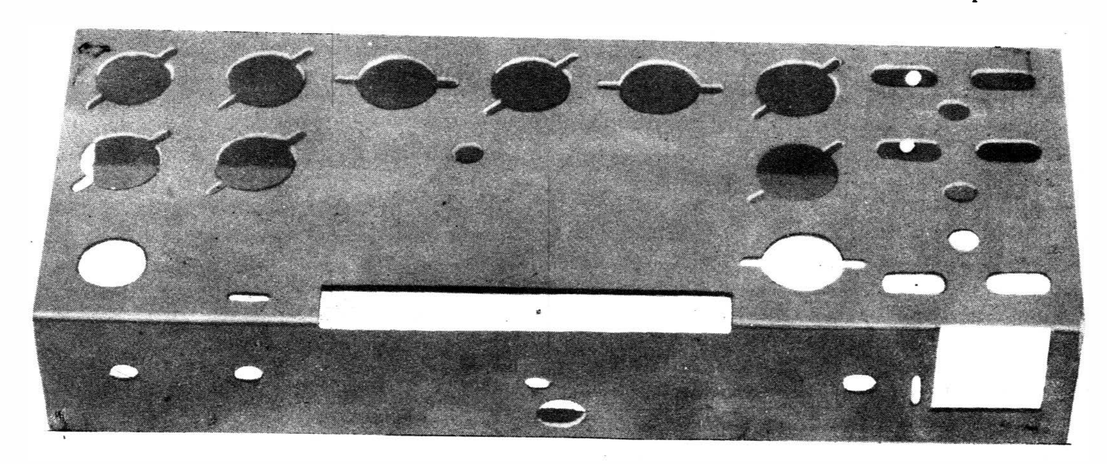


FIG. 201. — Vista del chasis apropiado para armar el receptor modelo.

del chasis en la figura 201. El chasis con dial colocado, tal como venía y como se dispuso para comenzar a trabajar puede verse en la figura 202.

Sobre el detalle que acabamos de mencionar haremos una importante aclaración; se observa en la figura 202 que la polea del dial, que se aplicará al eje del tandem, está sujeta a una lámina metálica vertical que la sostiene en su posición debida. Teóricamente ese hecho no molesta al funcionamiento del receptor, pero una vez que el tandem se coloca en el chasis y la polea se asegura a él, la lámina de soporte carece de objeto. En la práctica representa un inconveniente pues liga mecánicamente al eje del tandem con el chasis y las vibraciones de este último se transmiten al tandem, haciendo perder el montaje elástico que se adopta para el mismo en todo receptor bien construído. Por este motivo conviene cortar con una sierra la mencionada lámina de soporte y retirarla una vez que la polea está unida al eje del tandem. Esto se comprobará en la fotografía que nos muestra el chasis del receptor ya terminado, más adelante.

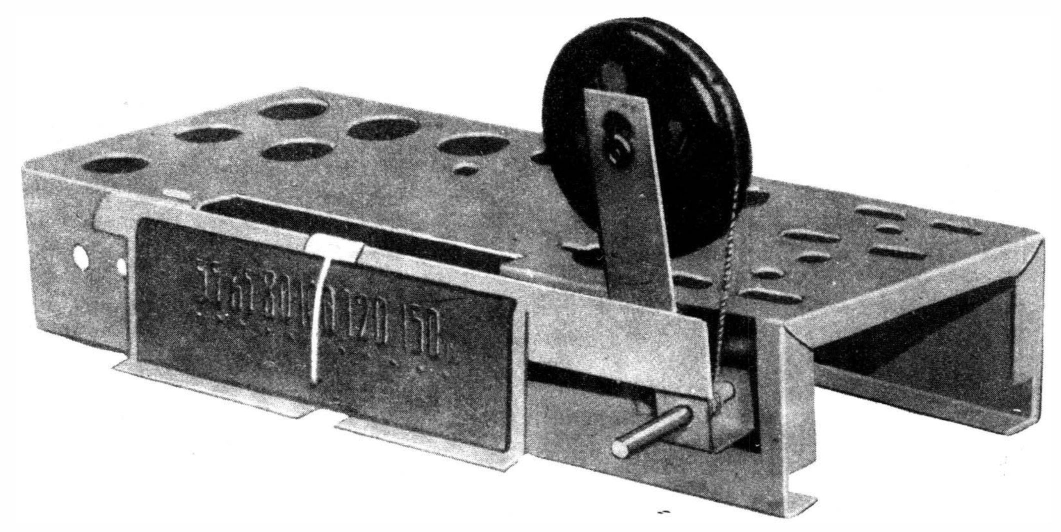


FIG. 202. — Vista del chasis del receptor modelo con el dial colocado.

EL MONTAJE MECANICO

Para dar comienzo al trabajo práctico que proponemos, hay que dividir al mismo en tres partes, que son fundamentalmente distintas, tanto en sus características como en las herramientas necesarias. Esas partes podrían llamarse: mecánica, conexionado y ajuste. El orden lógico de operaciones es el que se indica al enumerar las tres partes; primero se deben distribuir y colocar los elementos que han de estar fijados al chasis antes de empezar con el conexionado; luego hay que realizar todas las conexiones y finalmente se debe ajustar al receptor, tanto en lo referente a las tensiones de trabajo como en la calibración de los circuitos sintonizados (trimers y pader). Veamos, pues, la forma de llevar a cabo la parte primera.

Distribución sobre el chasis

Lo primero que tomamos es el chasis, colocándolo sobre la mesa. Este trae el dial colocado, pero por si hubiera que hacer agujeros para poder trabajar con comodidad, conviene sacarlo. En el chasis hay muchos agujeros, varios de ellos iguales, de modo que la distribución de zócalos y bobinas hay que estudiarla bien. El tandem tiene un lugar bien reconocible sobre el chasis, por lo cual la única dificultad posible es que los agujeros que hay no se adapten a su colocación. Si así fuera, habrá que agujerear o limar.

La distribución debe hacerse tratando de que las conexiones de radiofrecuencia y frecuencia

intermedia queden lo más cortas que se pueda, y para ello hay que tener en cuenta también los agujeros disponibles, o sea hacer un aprovechamiento ordenado de ellos de acuerdo con el esquema de montaje.

Refiriéndose a la distribución sobre el chasis, observemos la figura 203, que nos muestra la ubicación correcta de zócalos y bobinas, adaptada a este receptor, y que es la que se ha utilizado para el armado, tal como se verá más adelante.

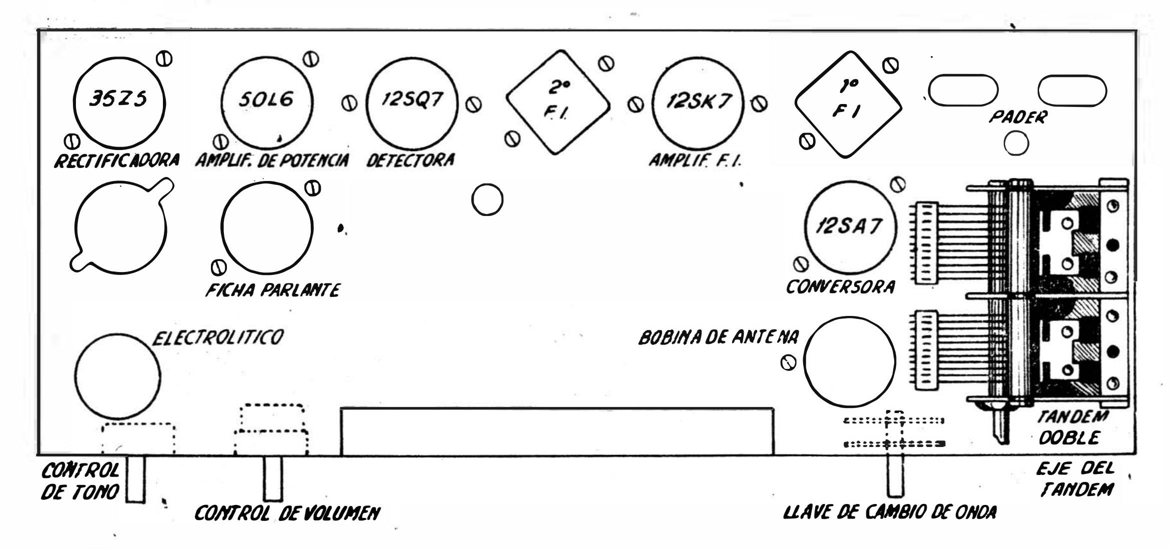


FIG. 203. — Ubicación de los elementos sobre el chasis

Al costado del tandem van la bobina de antena, y detrás del mismo la válvula conversora. Siguiendo el recorrido por el contorno encontramos el primer transformador de frecuencia intermedia, la válvula amplificadora de F. I. que es la 12SK7GT y el segundo transformador de frecuencia intermedia. Luego viene la detectora-preamplificadora de audiofrecuencia 12SQ7 GT, y después la rectificadora 35Z5 GT en la parte del borde, porque irradia mucho calor. El electrolítico doble se coloca en un agujero del rincón delantero izquierdo.

Con esto se ha hecho la distribución de los elementos que van fijos al chasis en su parte superior. Ahora se procede a colocarlos en los lugares que se les ha asignado.

Procederemos en orden, explicando en cada caso la manera de colocarlos, para evitar dificultades al lector.

Colocación del tandem

El condensador variable de dos secciones que hemos designado con el nombre de tandem debe ser colocado de manera tal que las vibraciones del chasis, producidas por el sonido del parlante no repercutan sobre él, pues pueden hacerlo girar levemente, con lo que sale de sintonía la señal captada; además, en recepción de ondas cortas, esa vibración ocasiona otros inconvenientes. La figura 204 muestra el proceso de colocación del tandem. Hay que montarlo sobre arandelas de goma y otras de metal que son necesarias para presionar sobre aquéllas.

Para la colocación del tandem conviene quitar el dial a fin de trabajar con comodidad. Un detalle muy importante es que hay que soldarle los cables de conexión al tandem antes de colocarlo, porque las patas de conexión de las tres secciones quedan abajo, cerca del chasis y frente a los agujeros que hay en el mismo para pasar dichos cables. Asimismo, deben soldarse dos cables para conectar la masa del tandem al chasis; estos cables se sueldan a una pieza elástica de bronce que hace contacto con el eje, y que tiene en el extremo un pequeño orificio exprofeso. En total se tienen entonces cuatro cables a soldar antes de colocar el tandem; los cuatro se pasan por sendos agujeros del chasis, dejándolos de unos 12 a 15 centímetros de largo, para cortarlos una vez que se esté haciendo el conexionado. El cable para la conexión al chasis puede ser desnudo, siendo también usual colocar un trozo de malla de blindaje, aplastada, que asegura buena conductibilidad en radiofrecuencia.

En la figura 205 puede verse el tandem con los dos cables que se han mencionado, y especialmente las piezas de bronce que se han

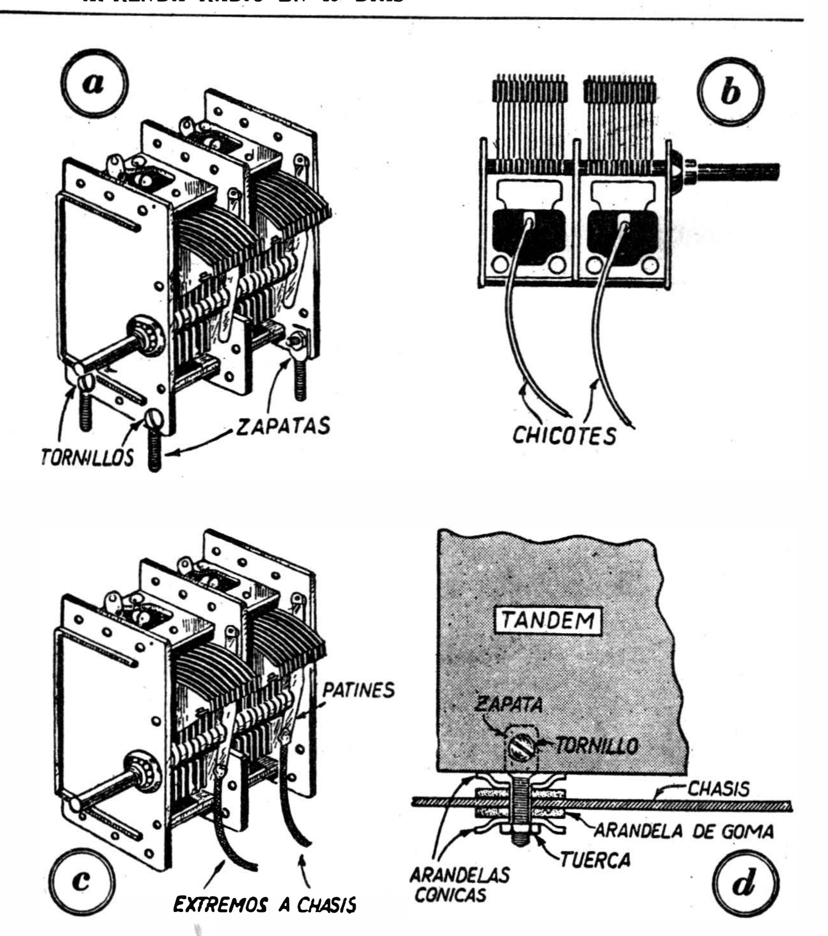


FIG. 204. — Método de colocación del tandem. Primero se le coloca los tornillos o zapatas de soporte (a). Luego se le sueldan tres suplementos de unos 15 centímetros de largo

soldado en la forma explicada. Es importante unir la masa del tandem al chasis, porque el montaje sobre arandelas de goma dejaría aisladas

FIG. 205. — Vista del tandem con los cables de conexión ya soldados.

del chasis las chapas móviles de las tres secciones del condensador variable.

Proseguiremos ahora con la parte mecánica del armado del receptor de que nos estamos ocupando.

Colocación de elementos fijos

Ahora podemos colocar la llave de cambio de onda y los potenciómetros, tal como se ve en la figura 206. Dicha llave va en la parte inferior derecha al lado del eje del dial. En la figura 206 puede apreciarse el eje de dicha llave junto al borde derecho del dial. Los dos potenciómetros cuyos ejes se ven a la izquierda de la misma figura son los controles de tono y de volumen. El de la extrema izquierda es el de tono y el segundo es él de volumen que tiene adosado el interruptor que servirá de llave general de encendido del receptor. Con esto queda explicada la figura 206 y se continúa con el montaje mecánico del receptor.

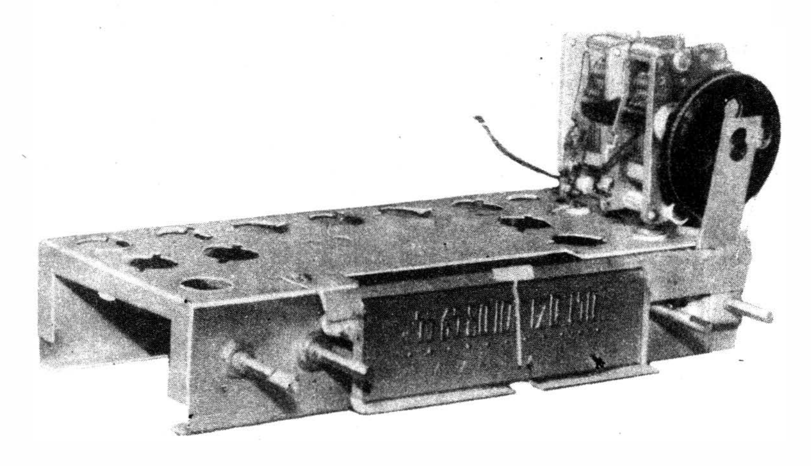


FIG. 206. — Sobre el chasis ya se han colocado el tandem, el dial, la llave de cambio de onda y los dos potenciómetros. en los terminales inferiores (b). También se sueldan los cables para conexión a masa en las lengüetas de bronce (c). Finalmente se colocan las arandelas de metal y las de goma (d).

Colocación de las bobinas

En las figuras 207 y 208 se puede ver cómo se han colocado las cuatro bobinas que corresponden a este receptor. Primero se ubicó parada al lado del tandem la bobina de antena, que se aseguró con dos tornillos mediante las patas en ángulo que tiene para ese objeto. En la misma figura 207 se ven los dos transformadores de F. I., los cuales quedaron con los orificios de calibración en posiciones opuestas. Estos transformadores también tienen unas patas para ser asegurados con tornillos en las muescas que se encuentran en los bordes de los agujeros circulares del chasis.

La figura 208 muestra la bobina osciladora colocada. La misma tiene una pata en escuadra en su parte central, la que se puede ver en detalle en la figura 200. Por razones prácticas esa pata se soldó al chasis en lugar de atornillarla, cosa que se puede comprobar en dicha figura 208.

Inmediatamente se colocó el pader, que igual que la bobina osciladora se halla debajo del chasis, asegurado en un orificio que había en ese lugar. En esta figura puede verse el interruptor que tiene el control de volumen, segundo eje de la izquierda.

Colocación de zócalos y fichas

La siguiente etapa consistió en la colocación de los zócalos para las cinco válvulas del receptor, el zócalo para la ficha del parlante y la ficha de fono, así llamada la que se emplea para conectar el fonocaptor. Todos estos elementos los podemos ver en las figuras 209 y 210.

En primer lugar, y cerca del tandem, entre la bobina de antena y el primer transformador de F. I. se ve el zócalo para la conversora 12SA7GT; luego sigue, ubicado entre los dos transformadores de F. I., el zócalo para la amplificadora de F. I. 12SK7GT. Después del segundo

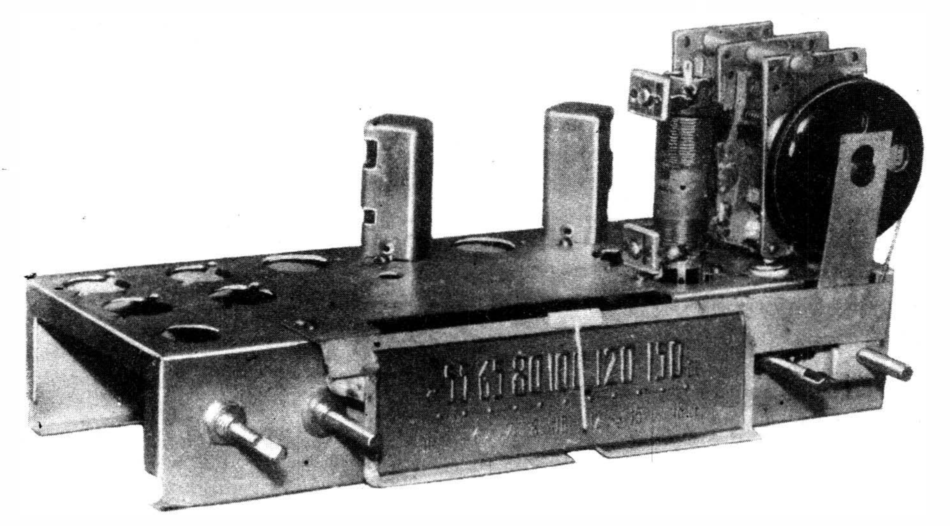


FIG. 207. — Vista superior del chasis para mostrar la colocación de las bobinas.

transformador de F. I., un poco más a la derecha en la figura 209 se ven tres zócalos contra el borde del chasis; el primero corresponde a la detectora 12SQ7GT; el segundo es para la amplificadora de potencia 50L6GT y el tercero es para la rectificadora 35Z5GT. Al lado del zócalo de la amplificadora de potencia, pero hacia el centro del chasis, aparece un zócalo de cuatro contactos destinado a la ficha del parlante. En el costado posterior del chasis, cerca del segundo transformador de F. I. aparece la ficha de fono, cuyos dos orificios pueden verse en la figura 209 y sus dos terminales de conexión en la figura 210.

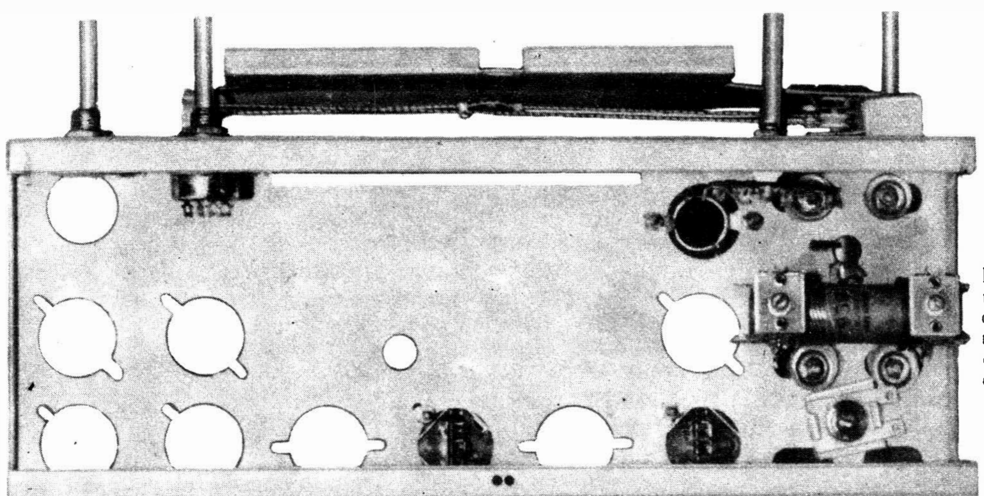


Fig. 208. — Vista inferior del chasis para mostrar la ubicación de la bobina osciladora y del pader.

Colocación de otros accesorios fijos

Las mismas figuras 209 y 210 permiten apreciar la ubicación de los restantes accesorios que van asegurados al chasis. Por ejemplo en la 209 se ve el condensador electrolítico doble en el ángulo superior de la derecha. En el costado posterior y a la derecha se ve la gomita pasa-chasis para el cable de alimentación. Pasando ahora a la figura 210 puede verse en la misma la impedancia de filtro, hacia el centro de la parte superior, y siempre en el interior del chasis. Para asegurarla se pueden utilizar dos tornillos y hacer los orificios correspondientes con un taladro, o bien soldar sus dos orejas al chasis. Al lado de la impedancia y emergiendo por el frente del chasis, debajo del dial, puede verse el porta-foquito para la lamparita del dial. Como el mismo tiene una aleta metálica, puede ser asegurado con un tornillo o mediante soldadura.

Consideraciones sobre los zócalos

Cuando se habló de la ubicación de los zócalos para las válvulas en el chasis no se hizo ninguna referencia a cuál debía ser la posición conveniente para cada uno. Es muy importante hacer esas aclaraciones teniendo a la vista la figura 210 que muestra el chasis visto de abajo, y la figura 211 que muestra los símbolos esquemáticos de las cinco válvulas con las numeraciones correspondientes a todos sus electrodos, así como la ubicación de esos mismos números en los zócalos que corresponden a cada válvula.

Comencemos con la conversora 12SA7GT. Como la placa de la misma (pata Nº 3) debe ser conectada al transformador de F. I., el zócalo se ubicó de tal modo que esa pata Nº 3 quede lo más cerca posible del mencionado transformador. Sigue ahora la amplificadora de F. I. 12SK7GT. La grilla de la misma, pata Nº 4, debe quedar cerca del primer transformador de F. I. y la placa, pata Nº 8, cerca del segundo transformador de F.I. La posición del zócalo en la figura 210 demuestra que se cumplió con ese requisito.

Viene ahora el zócalo de la detectora 12SQ7 GT; las patas 4 y 5 corresponden a las plaquitas de los diodos, que según se comprueba en la figura 199, van conectados al segundo transformador de F. I. Por consiguiente, esas patas 4 y 5 deben quedar del lado de dicho transformador.

El zócalo correspondiente a la amplificadora de potencia debe tener su pata Nº 3, que corresponde a la placa, del lado del zócalo para el parlante, y ese detalle determinó la ubicación que da la figura 210.

Para la rectificadora no hay normas severas sobre ubicación de las patas, pues dicha válvula no tiene conexiones de las que podrían llamarse sensibles. La ubicación del zócalo, entonces, obedece simplemente a razones circunstanciales como ser el calor a disipar, etc.

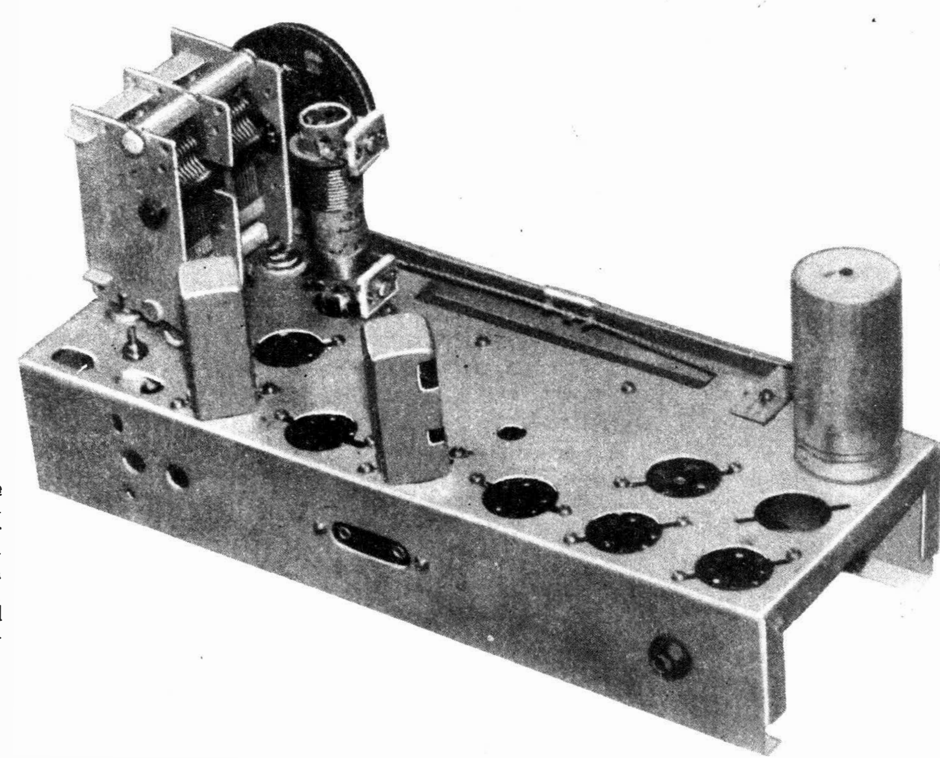


Fig. 209. — En esta foto pueden apreciarse: el capacitor electrolítico, los zócalos, la ficha para fono y la gomita pasachasis para el cable de alimentación.

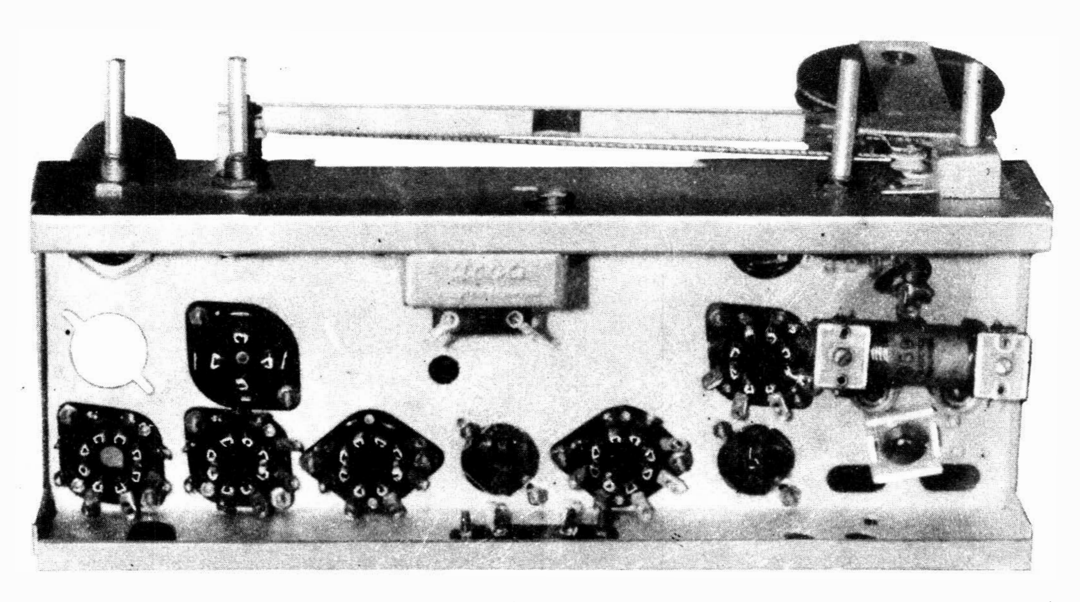


FIG. 210. — En la vista inferior del chasis puede verse: la impedancia y el portafoquito para el dial, además de los elementos mencionados en la figura 209.

Al lector:

Interrumpimos la contemplación del chasis con los elementos principales colocados, para recordar que deben seguirse prolijamente todas las indicaciones. Las ilustraciones son claras y habrán podido servir para orientar al principiante, pero conviene consultar el esquema general de la figura 199 al poner cada cosa en el chasis; esto irá familiarizando al lector con el circuito y le permitirá refrescar los conocimientos teóricos.

Como el tema que estamos tratando es muy gráfico, poco tenemos que agregar, y preferimos remitirnos a las páginas que siguen, donde se comienza con las soldaduras. Al fin del capítulo estaremos nuevamente con el lector.

Día 12

EL CONEXIONADO GENERAL

Habiendo finalizado la parte mecánica, que comprende la colocación de los elementos fijos, así llamados en general los que se aseguran al chasis mediante tornillos, sin soldar, puede comenzarse la tarea del conexionado general.

Hasta aquí no ha sido necesario usar soldador, salvo en la conexión de los cuatro cables del condensador variable, por lo cual muchos armadores dejan este elemento para el final, una vez comprobado que los agujeros están bien. De todos modos este detalle no es muy importante, y la práctica constructiva aconsejará al lector el modo de proceder para el futuro.

Comencemos, pues, el conexionado del receptor, para lo cual colocamos el chasis invertido sobre el caballete. Pero antes hagamos una aclaración.

Marcado de los zócalos

El armador experimentado aprende a "leer" los zócalos de memoria. Observa un zócalo, y de acuerdo con la válvula que irá colocada en el mismo, sabe qué electrodo corresponde a cada pata o contacto. El principiante no tiene esa ventaja, por lo que, para evitar errores, le sugerimos la conveniencia de marcar con lápiz en el chasis, dentro del mismo y al lado de cada pata, la inicial del electrodo a que corresponden. Para aclarar lo dicho veamos la figura 212, que corresponde a nuestro chasis, con sus cinco zócalos, todos iguales y uno de cuatro patas para la fibra del parlante. Las iniciales adoptadas son:

F, F: Los dos extremos del filamento.
K: El cátodo.
P: La placa en general.
G_0: La grilla de la sección osciladora en la válvula conversora.
G_1: La grilla de control o principal.
G_2: La grilla pantalla o segunda grilla.
G_3: La grilla supresora o tercera grilla
D_1, D_2: Las plaquitas de los diodos en la detectora.
M: Conexión a masa o chasis.

Con este trabajo, quedan en el chasis las iniciales correspondientes a todas las válvulas, y no habrá dificultades en hacer las conexiones.

Otro sistema es el indicado en la figura 211; requiere disponer del manual de válvulas o de una tabla gráfica. Cada válvula tiene sus patas numeradas, mirándola desde abajo, o mirando el zócalo desde adentro del chasis, donde el mismo tiene sus contactos. La numeración va siempre del 1 al 8 en los zócalos octal. El número 1 corresponde a la primera pata a la izquierda de la bayoneta cuando ésta queda para abajo y la numeración crece en el sentido en que giran las agujas del reloj. Comparando esta tabla con el esquema de la figura 199, pueden identificarse perfectamente los electrodos.

Cualquiera que sea el sistema adoptado, lo esencial es que se compruebe, cada vez que se hace una conexión al zócalo, la ubicación del electrodo que se está conectando en dicho zócalo. Hay que hacer notar que, si bien todos los zócalos tienen 8 agujeros, algunas válvulas no tienen 8 patas, sino menos, pero las que faltan no alteran la posición en ocho sectores iguales de las que existen.

Esto advertido, en adelante nombraremos solamente los electrodos de las válvulas, en la seguridad que el lector sabrá distinguir en cada caso la pata que corresponde en el zócalo a dicho electrodo.

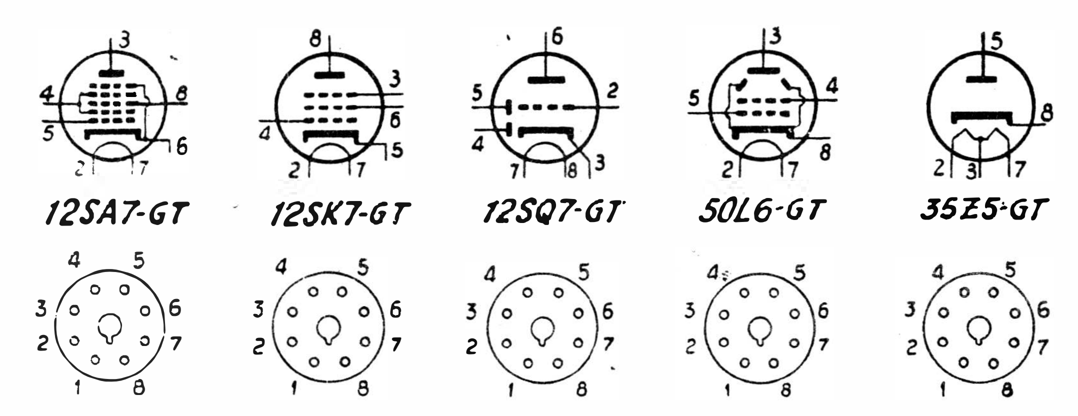


FIG. 211. — Diagramas internos de las válvulas usadas en el receptor modelo y numeraciones correspondientes en los zócalos vistos desde abajo.

La conexión de filamentos

El receptor modelo es para alimentación de ambas corrientes y según se puede comprobar en el esquema de la figura 199 los filamentos de todas las válvulas van conectados en serie. Asimismo en dicho esquema general y en la figura 212 se puede verificar que esa serie de filamentos debe abarcar las patas 2 y 7 de las válvulas 12SA7GT, 12SK7GT, 50L6GT y 35Z5GT, y las patas 7 y 8 de la válvula 12SQ7GT.

Por razones técnicas que explicaremos de inmediato, la ubicación de las válvulas en la serie de filamentos no sigue el orden en que los zócalos aparecen en el chasis sino el indicado en la figura 199. La razón a que aludimos es que hay que tratar que entre el filamento de la válvula 12SQ7GT y masa haya la menor tensión alterna posible. Ello es porque esta válvula actúa como preamplificadora de audiofrecuencia y si hubiera entre su filamento y masa una tensión alterna elevada aparecería por inducción entre cátodo y masa una pequeña tensión alterna de 50 ciclos por segundo, que es la frecuencia de la corriente de alimentación. Colocando el filamento de dicha válvula al final de la serie, en el extremo correspondiente a masa de la misma se evita, o por lo menos se reduce suficientemente, esa tensión alterna de inducción que se traduciría, después de amplificada, en un zumbido molesto en el altoparlante.

Pasemos entonces a observar en la figura 213 la manera como se han hecho las conexiones de todos los filamentos. Como a la pata 2 de la rectificadora 35Z5GT debe conectarse la resis-

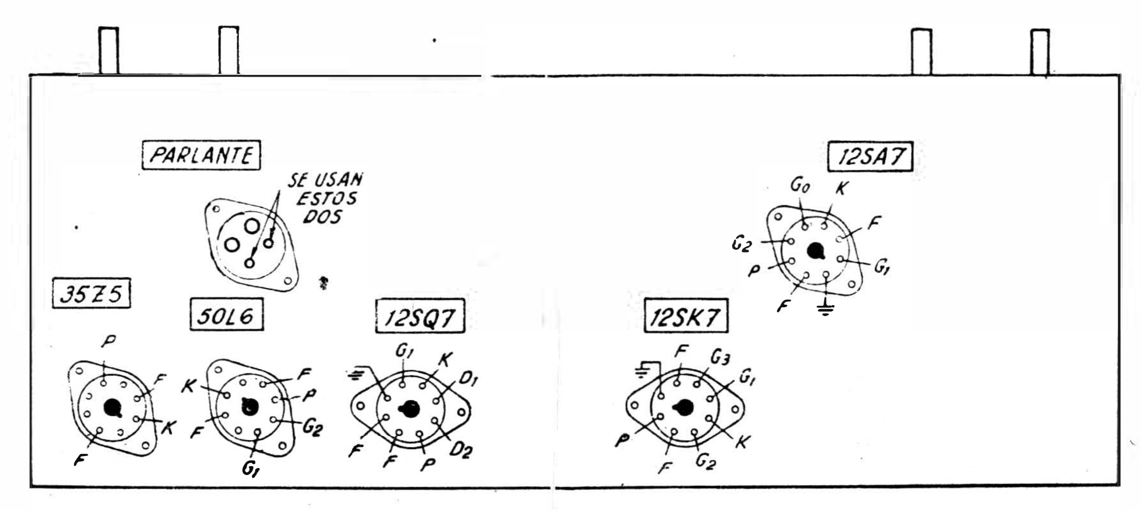


FIG. 212. — Marcado de los zócalos por debajo del chasis, según los electrodos que corresponden a cada pata.

tencia del cordón de alimentación dejamos por ahora esa conexión sin hacer. De la pata 7 de dicha válvula vamos a la 7 de la 50L6GT con un trozo de cable. De la pata 2 de esta última vamos con un cable a la pata 7 de la 12SK7GT y de la pata 2 de esta última a la pata 2 de la 12SA7GT. Continuamos partiendo de la pata 7 de esta última válvula con un cable largo que va a la pata 7 de la 12SQ7GT y para terminar unimos a masa la pata 8 de esta última válvula con un trocito de alambre desnudo.

Para terminar con lo que se ve en la **figura 213** falta la conexión del foquito del dial y el resistor de alambre en paralelo con el mismo. Estos dos elementos están conectados entre uno de los terminales del interruptor que tiene el potenciómetro

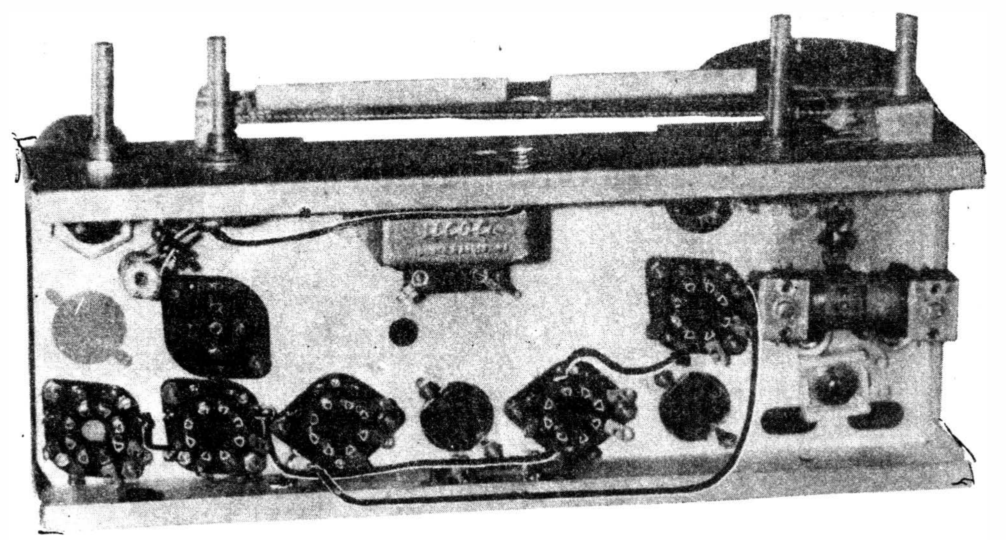


FIG. 213. — Los filamentos de las cinco válvulas han quedado conectados y la lamparita del dial también. En el esquema se indican estas conexiones.

12SA7-GT
12SK7-GT
12SQ7-GT
50L6-GT
1er F. I.
2º F. I.
35Z5-GT
50L6-GT 12SK7-GT 12SA7-GT 12SQ7-GT
220 V = y ~
BOBINAS
○ ONDA CORTA
● ONDA LARGA
LLAVE DECAMBIO

control de volumen y masa. Para realizar la tarea se colocó parado el resistor de 50 Ohm, soldando a masa una de sus bridas y conectando la otra, mediante un trozo de alambre, al terminal, de la llave. De ese mismo terminal, con un cable, vamos a uno de los contactos del portafoquito, cuyo otro contacto se unió a masa con un trozo de alambre soldado.

El circuito de rectificación

Continuando con el proceso de conexionado del receptor modelo pasamos a la figura 214 que nos muestra la parte correspondiente a la fuente de alimentación de placas. En la foto se notan los elementos incorporados y en el esquema adjunto con trazos negros las conexiones realizadas en esta etapa.

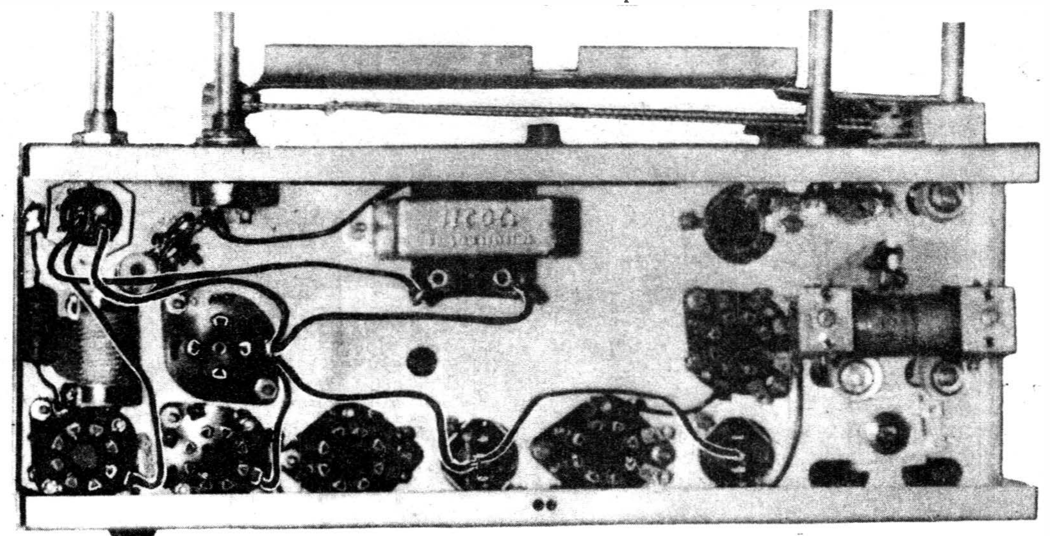
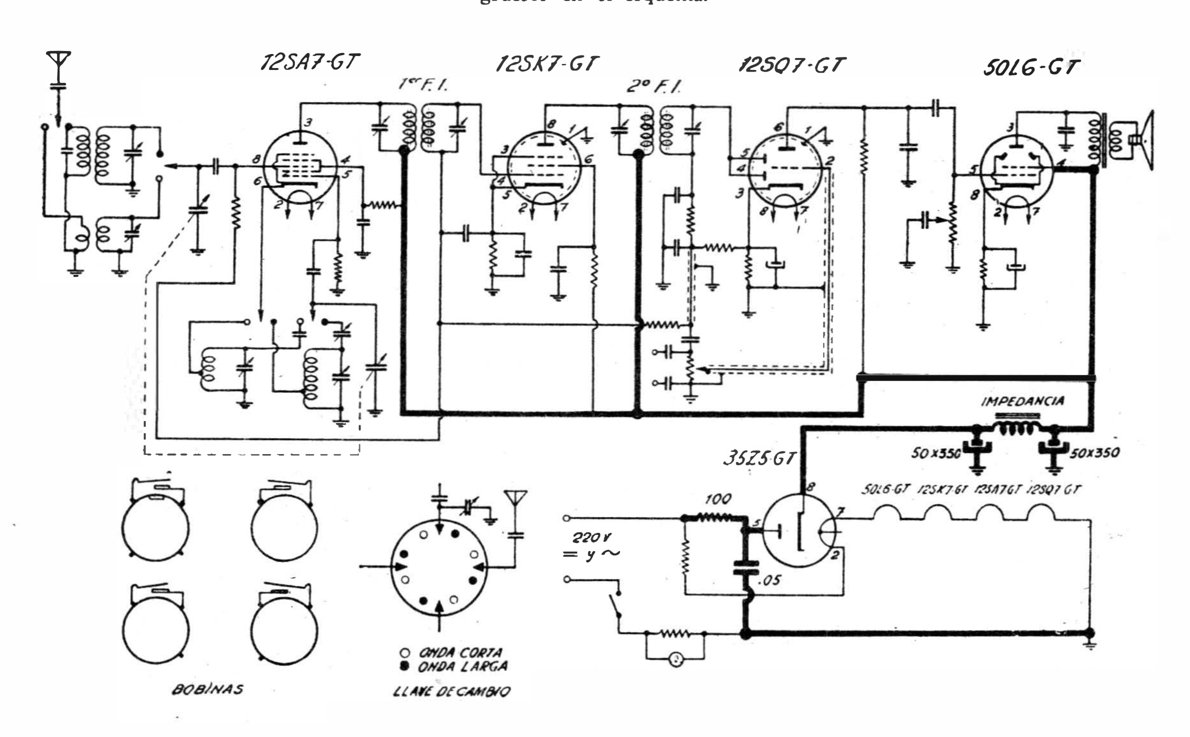


FIG. 214. — Conexiones correspondientes al positivo general que incluye el filtro y la toma de masa. En la foto pueden apreciarse las partes que se indican con trazos gruesos en el esquema.



Como primera medida se soldó a chasis un puente aislante de tres contactos, en el cual el central corresponde a masa, por lo que se dobló hacia abajo para que no toque el resistor de 100 Ohm que allí se ubicó. Un extremo de dicho resistor se conectó a la placa de la rectificadora, pata Nº 5. De esa misma pata sale un capacitor de papel de .05 mfd. cuyo otro extremo se soldó a chasis junto a la tuerca del electrolítico, tal como se puede comprobar en la foto. De la pata 8 de la rectificadora sacamos dos cables, uno que va a uno de los terminales del capacitor electrolítico

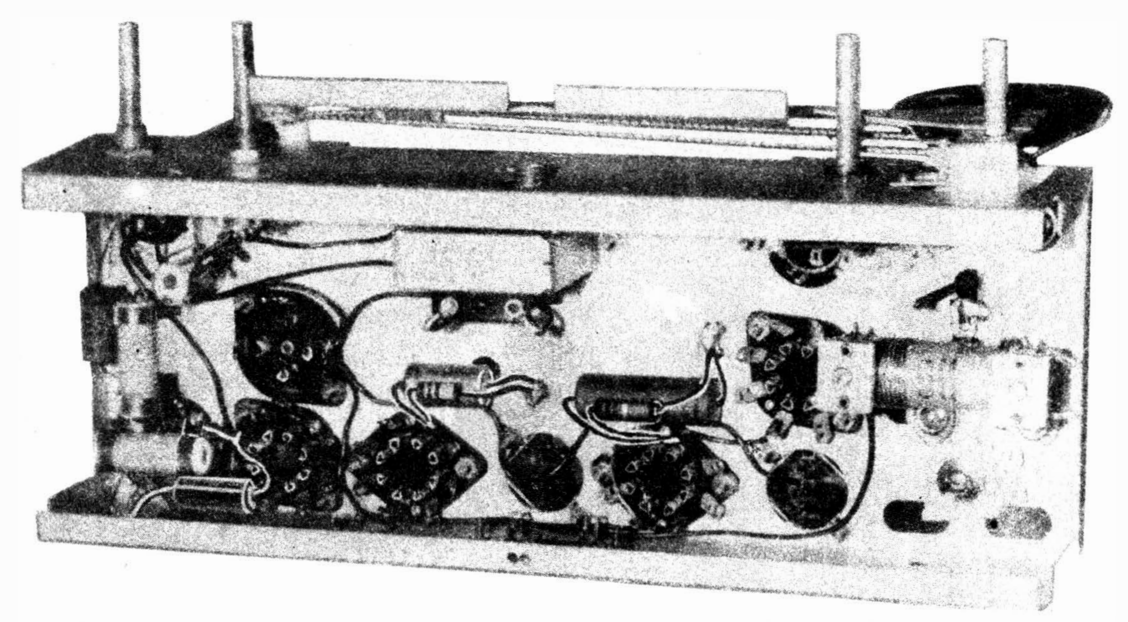
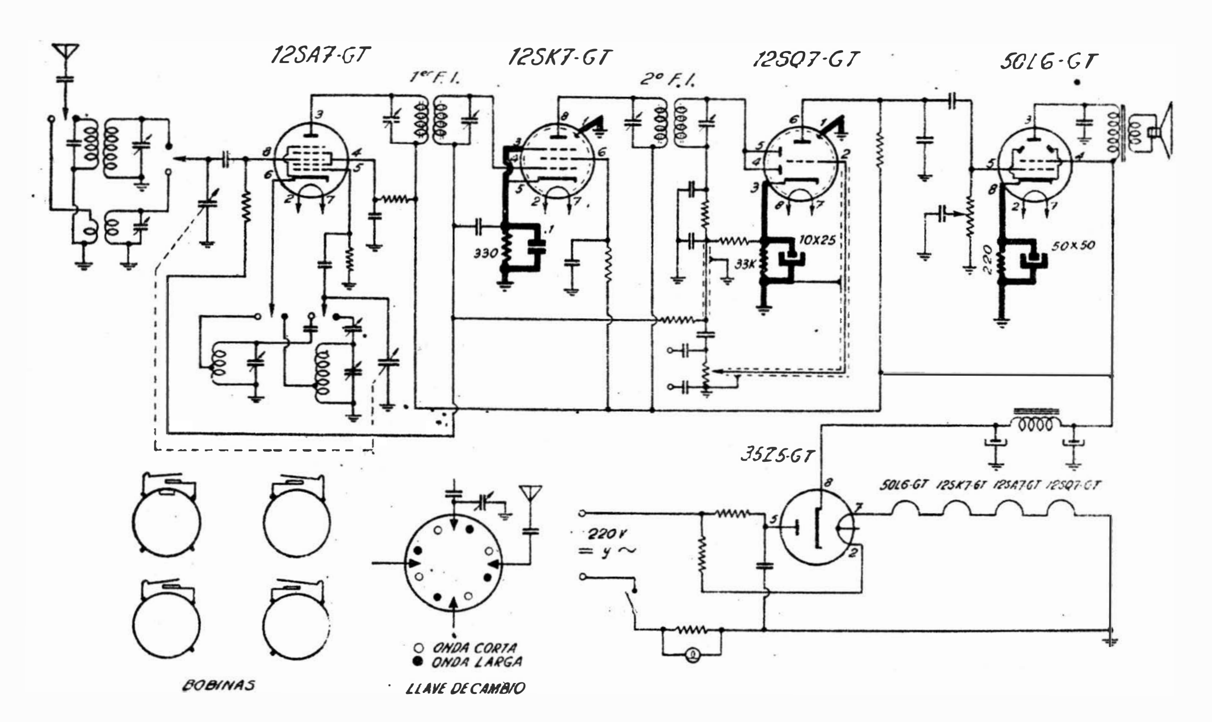


Fig. 215. — Colocación y conexión de los resistores y capacitores de los cátodos, indicado con trazos gruesos en el esquema. Además se conectaron a masa los blindajes internos de dos válvulas.



doble y otro a uno de los terminales de la impedancia. Del otro terminal de la impedancia tenemos que ir al segundo terminal del electrolítico doble, pero conectamos al pasar una de las patas finas del zócalo de parlante, porque tenemos que aplicar la tensión positiva general al primario del transformador del parlante.

De esa pata del zócalo del parlante podemos sacar las conexiones de positivo general, y por consiguiente llevamos un cable hasta la pata 4 de la 50L6GT y otro hasta el terminal rojo del segundo transformador de F. I. De este último terminal vamos con otro cable hasta el terminal rojo del primer transformador de F. I. con lo que hemos terminado las conexiones directas del positivo general.

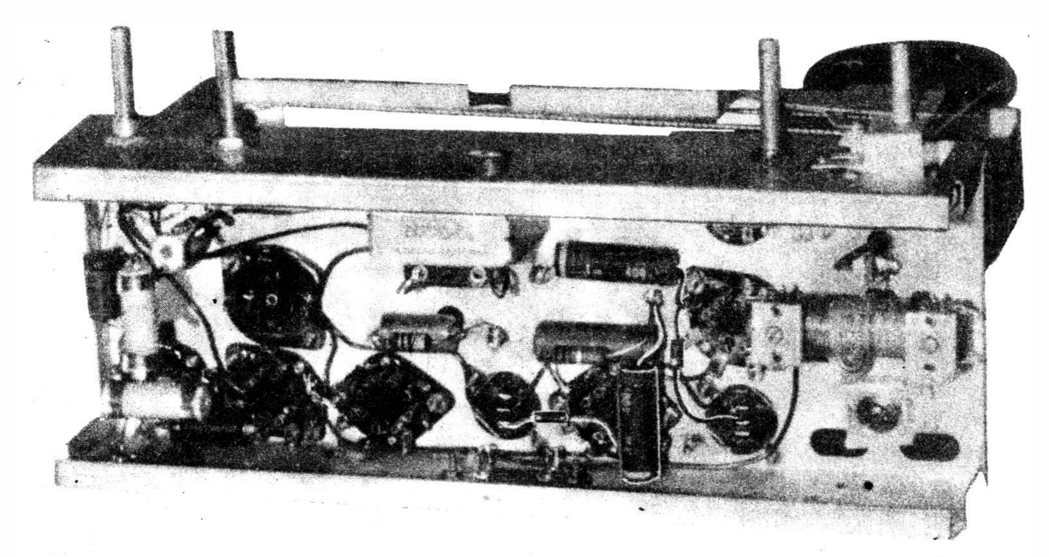


Fig. 216. — Alimentación y conexión de las pantallas de las válvulas de alta frecuencia del receptor, o sea la conversora y la amplificadora de frecuencia intermedia.

12SA7-GT
12SK7-GT
12SQ7-GT
50L6-GT
1er F. I.
2° F. I.
10K
3,3K
35Z5-GT
50L6-GT 12SK7-GT 12SA7-GT 12SQ7-GT
220 V
= y ~
BOBINAS
○ ONDA CORTA
● ONDA LARGA
LLAVE DE CAMBIO

Conexión de los cátodos

La figura 215 nos muestra en la foto y en el circuito adjunto la etapa siguiente de nuestra tarea. Nos referimos a la conexión de los resistores y capacitores de los cátodos en la amplificadora de frecuencia intermedia, la detectora y la amplificadora de potencia. Cada cátodo lleva un resistor y un capacitor en paralelo entre sí y a masa. Comenzando por la 50L6GT conectamos entre la pata 8 y masa un resistor de alambre de 220 Ohm y un capacitor electrolítico de 50 mfd. x 50 V. Para la colocación del resistor nos ayudamos con dos trozos de alambre desnudo, para que se mantenga rígidamente en el aire.

Pasamos ahora a la 12SQ7GT entre cuya pata

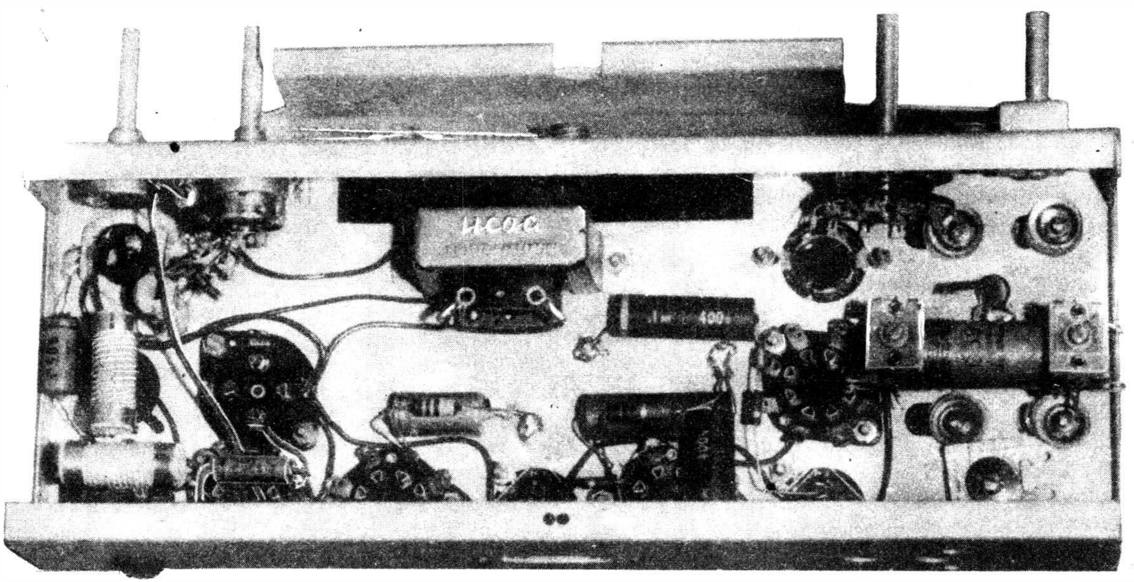
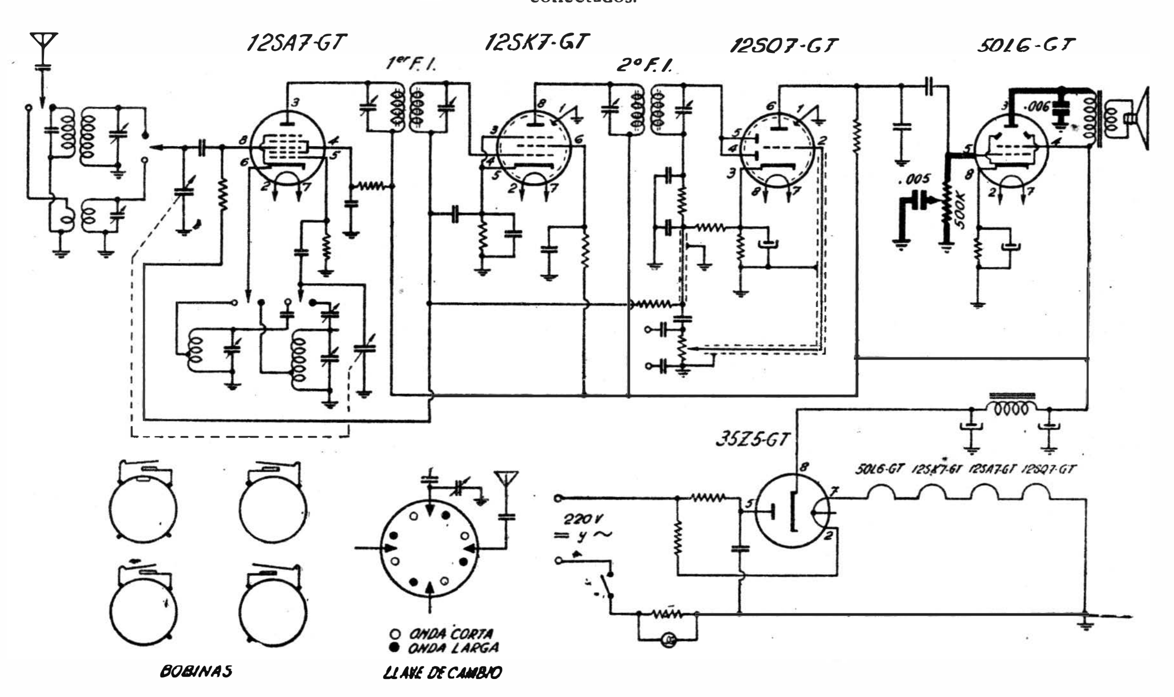


Fig. 217. — Conexiones restantes de la amplificadora de potencia del receptor. Los demás elementos ya estaban conectados.



3 y masa debe conectarse un resistor de carbón de 3,3 K (3.300 Ohm) y un capacitor electrolítico de 10 x 25. Finalmente pasamos a la 12SK7GT en la cual con el alambre terminal de un resistor de carbón de 330 Ohm hacemos puente entre las 3 y 5; el otro extremo de ese resistor va a masa. Un capacitor de papel de .1 mfd. se conecta entre la pata 3 y masa; se eligió la 3 porque era más cómoda que la 5 para esta operación.

Hay un detalle que suele olvidarse y que para evitar tal contingencia cumplimos en esta oportunidad: Los blindajes internos de las válvulas 12SK7GT y 12SQ7GT deben conectarse a masa, cosa que se realiza por intermedio de las patas Nº 1 de dichas válvulas. Mediante dos trozos de alambre desnudo se sueldan a chasis las dos patas Nº 1 de los zócalos correspondientes.

Conexión de las pantallas

Desde que la pantalla del pentodo 50L6GT ya quedó conectada en la etapa anterior y puesto que la de la 12SQ7GT no tiene pantalla nos quedan las correspondientes a la conversora 12SA7GT y a la amplificadora de F. I. 12SK7GT. En la figura 216, foto y circuito adjunto, en el cual se han marcado con trazos más negros las nuevas conexiones realizadas, podemos ver cómo se han dispuesto las cosas. Esas dos pantallas se alimentan desde el positivo general para lo cual utilizamos los terminales rojos de los transformadores de F. I. Por ejemplo del terminal rojo del segundo F. I. partimos con un resistor de carbón de 33 K hacia la pata 6 de la 12SK7GT, de cuya pata sale un capacitor de papel de .1 mfd. a masa. Del terminal rojo del primer transformador de F. I. salimos con un resistor de carbón de 10 K a la pata Nº 4 de la 12SA7GT, y de esta misma pata sacamos un capacitor de .1 mfd. cuyo otro extremo va a masa.

Conexiones de la etapa final de audio

La etapa de potencia del receptor incluye la válvula 50L6GT y sus elementos asociados cuyas conexiones podemos ver en la figura 217 en fotografía y esquema aclaratorio. Se comienza por conectar el segundo terminal del zócalo correspondiente a la ficha del parlante, puesto que el primero ya lo teníamos conectado. Hemos dicho que de este zócalo utilizábamos los terminales correspondientes a las patas finas por comodidad. Unimos entonces la pata fina libre de ese zócalo con la pata Nº 3 de la 50L6GT, de cuya pata sale un capacitor de papel de .006 mfd. a masa. De la pata Nº 5 de esta válvula vamos con un cable hasta uno de los terminales extremos del potenciómetro control de tono, que es el primero de la izquierda en la foto. El otro terminal extremo del mismo va a chasis con un alambrecito desnudo. Entre el terminal central del control de tono y masa conectamos un capacitor de papel de .005 mfd. Con lo explicado se ha dado término a las conexiones de la amplificadora de potencia.

Conexiones de la detectora y pre-amplificadora de audio

La etapa que iniciamos ahora corresponde a la válvula 12SQ7GT (ver fig. 218). La misma lleva tres conexiones en su pata Nº 6; una es la alimentación, y se coloca un resistor de carbón de 330 K entre la pata Nº 6 y el terminal rojo del segundo transformador de F. I.; otra es la unión entre esa pata Nº 6 y la Nº 5 de la 50L6GT con un capacitor de papel de .02 mfd.; y para terminar con la pata Nº 6 de la 12SQ7GT, conectamos entre ella y masa un capacitor de mica de .0001 mfd. (100 mmfd.).

Conectaremos ahora el terminal verde del segundo F. I. con las patas 4 y 5, que corresponden a las plaquitas de los diodos. Luego se conecta un extremo de un resistor de carbón de 47 K al terminal negro del segundo F. I. y un capacitor de mica de .0001 mfd. entre ese terminal y masa; entre el otro extremo del mencionado resistor y masa va otro capacitor de .0001 mfd., y del extremo mencionado en último término del resistor sale otro resistor de carbón de 470 K a la pata Nº 3 de la 12SQ7GT. El punto de unión de los dos resistores y el capacitor de .0005 mfd. lo hemos indicado con la letra A en la figura 218 y se llama: *punto vivo de audio.*

Vivo de audio

Para continuar con la tarea tenemos que conectar el control de volumen, pero si observamos el esquema de la figura 199, que es el general, notaremos que hay allí unos cables de conexión que llevan líneas punteadas a ambos lados; eso quiere decir que esas conexiones son blindadas, esto es, que los cables van en el interior de una malla metálica de blindaje. Veamos por qué y cómo se hace tal cosa.

Hemos dicho que el punto A se llama *vivo* de audio, y eso es porque entre ese punto y masa tenemos ya una tensión o señal de audiofrecuencia que hemos extraído de la onda portadora mediante la detección. Esa señal de audio es muy pequeña, pues tiene valores de alrededor de un Volt., y para poder tener sonido en el parlante debemos amplificarla muchas veces. Es evidente

que si se cuela con la señal de audio en el punto A una señal extraña, como ser un zumbido, también será amplificado. Tenemos que evitar que entre en ese punto o en las conexiones que lo unen a la pata 2 de la 12SQ7GT, que es la primera amplificadora, alguna señal extraña, y eso se logra envolviendo a los cables con una camisa o malla de blindaje que se conecta a masa.

El cable blindado se adquiere ya completo, co· un cable de conexiones en el interior y la mal exterior. Para prepararlo para el uso se corta dos trozos del largo conveniente, en nuestro cas esos largos son los que median entre el punt vivo A y uno de los terminales extremos d control de volumen, previa intercalación de u capacitor de papel de .05 mfd.; el otro trozo v

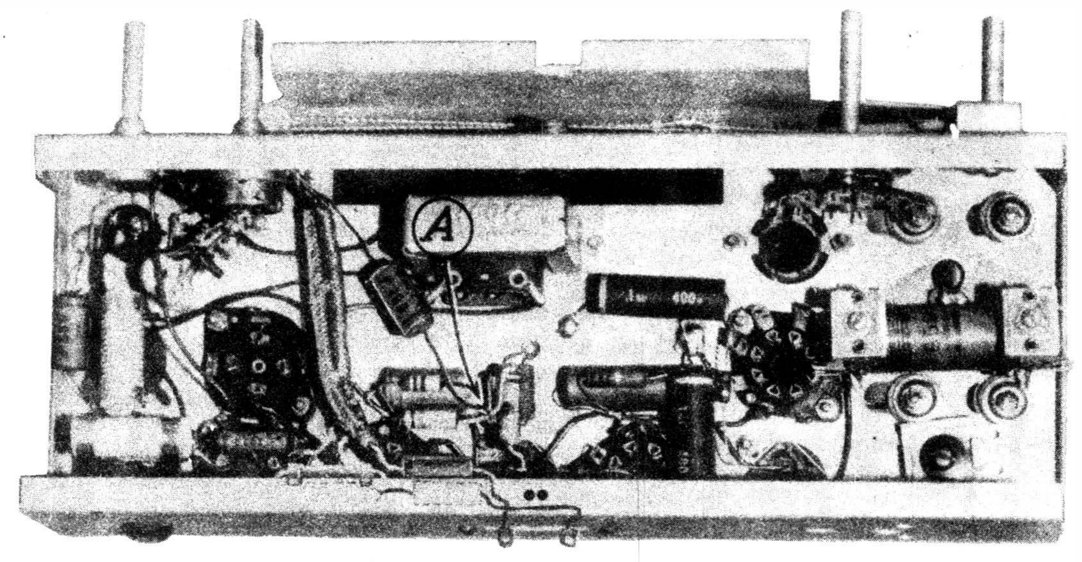
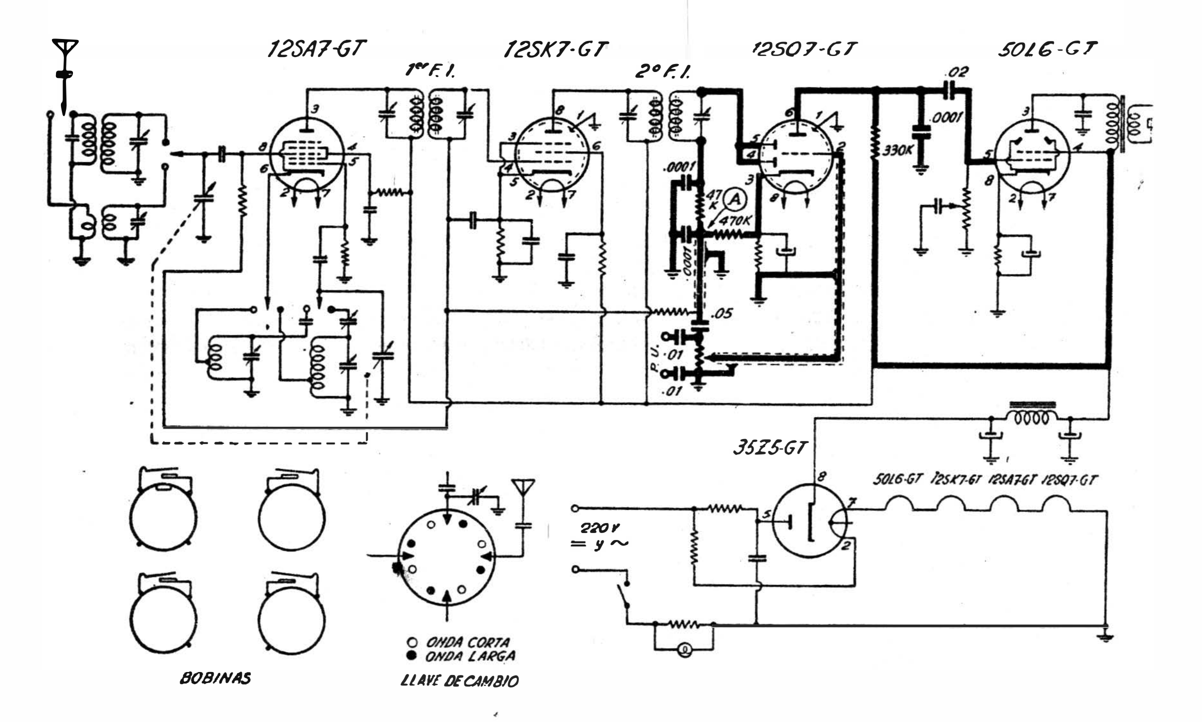


FIG. 218. — Conexiones correspondientes a la detectora y preamplificadora de audio. El punto A se indica especialmente en el esquema y en la foto porque de él parten muchos elementos.



desde el terminal central del control de volumen y la pata 2 de la 12SQ7GT. La figura 219 nos muestra cómo se preparan los trozos de cable blindado para su conexión, retirando la malla en uno de los extremos y separando un trocito de la misma en el otro para su conexión a masa, o soldando en la malla un pedazo de alambre desnudo con el mismo fin.

Sobre la conexión del potenciómetro control de volumen hay que hacer una aclaración, y es que, como tiene dos terminales extremos, uno de los cuales va a masa y otro al capacitor de .05, debe saberse cuáles extremos corresponden a cada conexión, por que si se lo conecta al revés, cuando giremos la perilla en el sentido de las agujas del reloj el volumen disminuirá en lugar de aumen-



FIG. 219. — Preparación de los cables blindados para la ida y vuelta hasta el control de volumen.

tar. Para conectar bien este potenciómetro tomemos la siguiente regla:

Tomando el potenciómetro de modo que lo miremos desde atrás, o sea el lado opuesto al eje, el terminal de la derecha es el vivo y el de la izquierda el que va a masa.

Continuando con la tarea, la malla de blindaje debe soldarse a masa, pero uno solo de sus extremos para cada trozo, porque sino pueden aparecer zumbidos por formarse un circuito o espira de circulación para corrientes alternas vagabundas que siempre circulan por el chasis.

Para terminar esta etapa del armado faltaría conectar la ficha de fono, o sea donde opcionalmente conectaremos un fonocaptor si deseamos alguna vez escuchar discos con nuestro receptor. Esta ficha debe quedar aislada del chasis porque el cable del fonocaptor generalmente tiene malla metálica, y el chasis está unido a un polo de la línea. Por esta razón, vemos en la figura 218 que los dos bornes de la ficha fono llevan en serie capacitores de papel de .01 mfd. Uno de ellos va a masa y el otro al terminal vivo del control de volumen. Estas dos conexiones se ven mejor en la figura 220 que en la 218, en lo que a la foto se refiere, pero se han marcado en el esquema de la 218 por corresponder a la etapa de armado que estamos describiendo.

Hay que hacer una aclaración importante: *cuando se utilice la ficha de fono para escuchar discos, para no escuchar simultáneamente el programa de radio hay que girar la perilla del dial hasta llevar la aguja hasta uno de los extremos, donde no hay estaciones.*

Los transformadores de F.I. y el C.A.S.

La etapa final de lo que hemos llamado el conexionado general tiene muchas letras en su título, pero eso no nos preocupa, pues recordamos que las mismas tienen un significado conocido. Conectaremos, pues, los transformadores de frecuencia intermedia y el control automático de sensibilidad. La figura 220 en su foto y circuito anexo nos muestra lo que hemos realizado en esta oportunidad.

Comencemos por los mencionados transformadores. En el Nº 1 tenemos ya conectado el terminal rojo, luego unimos el azul con la pata 3 de la conversora 12SA7GT y el terminal verde con la pata 4 de la 12SK7GT. De inmediato el terminal negro lo conectamos, mediante un capacitor de papel de .05 mfd. a la pata 5 de esa 12SK7GT. Además, de ese mismo terminal negro sale un resistor de carbón de 2 Megohm que va a la pata 8 de la 12SA7GT, y un resistor de 1 Megohm que va al punto vivo de audio A, que marcamos bien en el esquema. Las dos últimas conexiones corresponden al C. A. S.

Pasemos ahora al segundo transformador de F. I., del cual ya tenemos algunas conexiones hechas con anterioridad. Nos encontramos que solo falta conectar el terminal azul, que va a la pata 8 de la 12SK7GT, pues los demás terminales ya están conectados. Con lo explicado hemos terminado lo que hemos llamado el conexionado general.

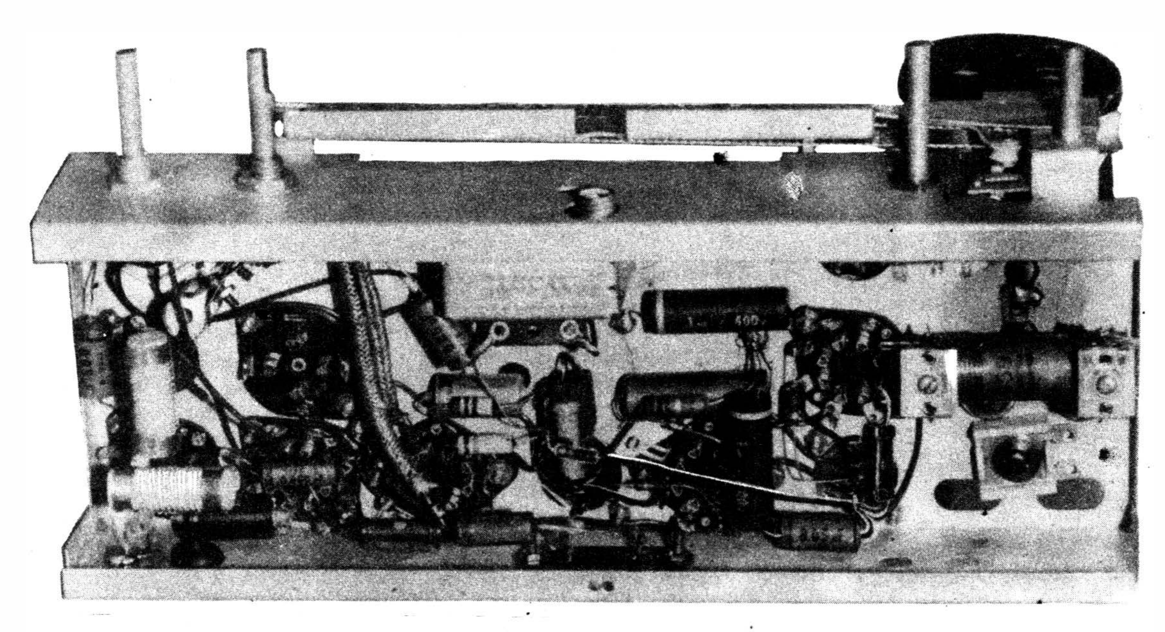


Fig. 220. — Conexiones de los transformadores de frecuencia intermedia (F. I.) y del control automático de sensibilidad (C. A. S.).

12SA7-GT
12SK7-GT
12SQ7-GT
50L6-GT
1er F. I.
2º F. I.
35Z5 GT
50L6 GT 12SK7 GT 12SA7 GT 12SQ7 GT
220 V
= y ~
BOBINAS
O ONDA CORTA
● ONDA LARGA
LLAVE DE CAMBIO

Al lector:

La tarea específica del conexionado general es grata, y el lector la habrá realizado sin dificultades si ha seguido las indicaciones dadas en cada caso. Las ilustraciones habrán contribuído seguramente a que no se cometan errores y a que los componentes se dispongan correctamente, de modo que con los conocimientos que se poseen a esta altura del estudio, y con la práctica del conexionado adquirida en la primera etapa del armado, puede abordarse la segunda etapa, que si bien es compleja, no puede ocasionar contratiempos. Si contemplamos un rato el chasis del receptor, nos parecerá mentira que se hayan puesto tantas cosas, de cada una de las cuales sabemos su misión y sus características.

Pecando un poco de inmodestia, podemos decir que se va cumpliendo lo prometido al comienzo de la obra: el lector está aprendiendo aceleradamente y casi puede afirmarse que la lectura de este párrafo la realiza de corrido, para poder seguir viaje con el trabajo y no perder más tiempo... Será entonces hasta el fin de esta jornada.

Día 13

LA SECCION DE R. F. Y LOS ULTIMOS DETALLES

Después de observar un rato nuestro receptor, en la forma como ha quedado hasta ahora, se debe emprender la tarea más delicada en el armado, porque las conexiones deben ser prolijas y el circuito se complica un tanto. En un receptor para onda larga solamente no hay ninguna complicación en la sección de R. F., pero en los de dos bandas de onda aparece la llave de cambio que introduce alguna dificultad. Nos ocuparemos un rato de ella.

La llave de cambio de onda

Este conmutador es una combinación de cuatro inversoras unipolares, es decir, que invierte la conexión de un punto en cuatro circuitos al mismo tiempo. La figura 221 nos muestra cómo está construída. Tiene 12 contactos de los cuales 4 son los puntos centrales y los exteriores a conmutar son 8. Para reconocer los puntos centrales elásticos hay que accionar el eje y se notará que los contactos elásticos hacen puente entre tres patas,

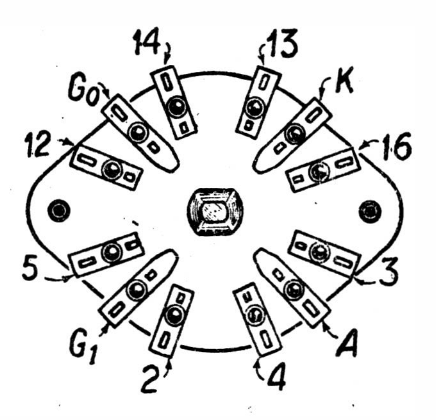


Fig. 221. — Vista de atrás de la llave de cambio de onda con los numeros y letras que conviene escribir en el chasis.

pero alternadamente, quedando siempre una pata unida al mismo en cada sección de la llave. Esa pata es el punto central en cada sección.

En los esquemas se indican los cuatro puntos centrales con las letras K, A, G_1 y Go y los puntos restantes con números. Lo que debe tenerse muy en cuenta es que cada sección del conmutador tiene un punto central, al que corresponde una letra y dos laterales a los que se les asignan dos números. En el caso de nuestro receptor, la fábrica Ucoa ha adoptado la siguiente numeración:

Sección Nº	Pata central	Patas laterales
1	K	13 — 16
2	A	3 — 4
3	G_1	12 — 14
4	Go	2 — 5

Las letras corresponden a: $C = K =$ cátodo; $A =$ antena; $G_1 =$ grilla sensible y $Go =$ grilla osciladora.

Se ve que los números no son consecutivos, porque las bobinas de antena y osciladora también tienen números y se ha querido evitar confusiones en el circuito. No hay ningún inconveniente si el código de numeración fuera otro, puesto que en el esquema se colocan los que corresponden. En el esquema general de figura 199 vemos los números que corresponden a nuestro caso.

Para proceder correctamente, sin cometer errores, hay que considerar a este conmutador como si fueran cuatro individuales, cada uno de los cuales tiene 3 patas, la central designada con una letra y las laterales con números. Conviene marcar en el chasis esas letras y números. En la figura 221 vemos el conmutador colocado, habiéndose tomado para las secciones A y G_1 las dos que

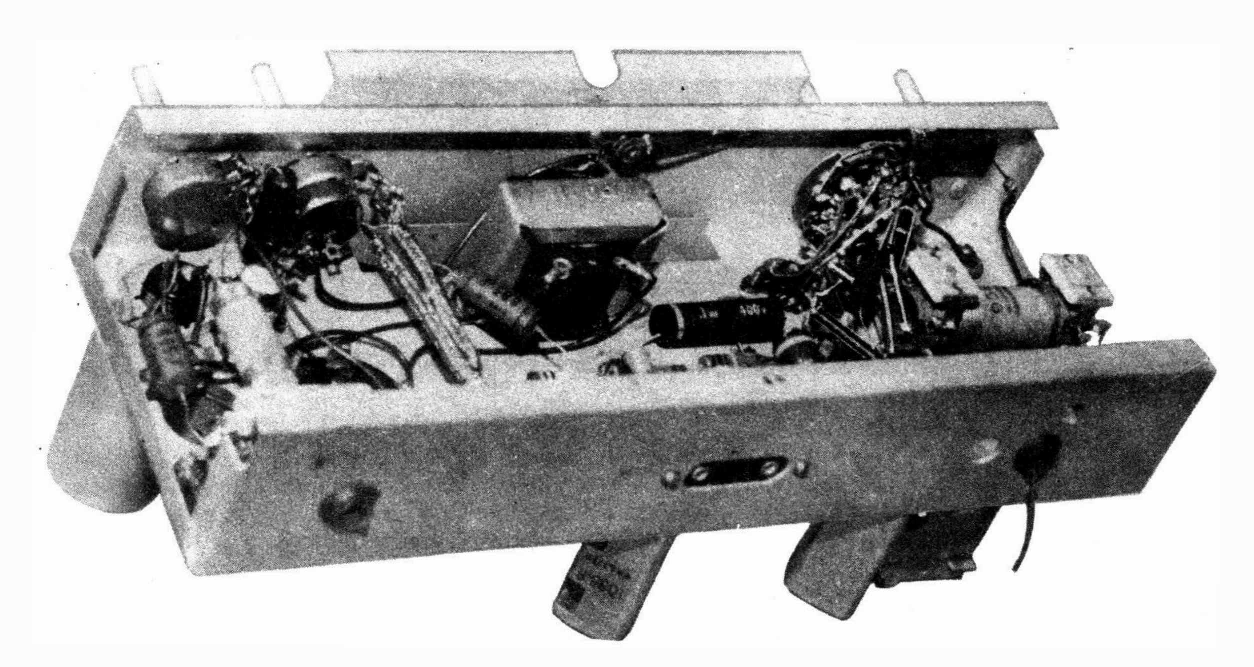


FIG. 222. — Indicación de las conexiones correspondientes a la sección de antena, tanto de onda corta como de onda larga.

12SA7-GT
12SK7-GT
12SQ7-GT
50L6-GT
1er F.I.
2° F.I.
35Z5-GT
50L6-GT 12SK7-GT 12SA7-GT 12SQ7-GT
220 V. = y ~
TRIMER T
ANTENA Nº 62BB
VISTA INFERIOR
VISTA SUPERIOR
BOBINAS
○ ONDA CORTA
● ONDA LARGA
LLAVE DE CAMBIO

quedan hacia el fondo del chasis, A la de la derecha y G_1 la de la izquierda.

Para la sección osciladora nos quedan las dos secciones de arriba. Márquese con K la sección de la derecha y con Go la de la izquierda. Marcados los cuatro puntos centrales no habrá ya dificultades, pero debe tenerse muy en cuenta que todos los números correspondientes al lado de onda larga deben quedar conectados simultáneamente en una posición del conmutador, y lo mismo para los lados de onda corta.

Para ello, adoptamos una posición, la que debe respetarse para toda la llave. Así, se han tomado los puntos que quedan en el sentido de avance de las agujas del reloj con respecto a las letras centrales como correspondientes a onda larga, con lo que las que quedan libres serán las de onda corta. Esto vale mirando el conmutador desde adentro del chasis.

De acuerdo con lo expuesto, colocamos a la derecha de la A el número 3 y a la izquierda el 4. A la derecha de la G_1 el 2 y a la izquierda el 5. A la derecha de la K el 16 y a la izquierda el 13. Y, finalmente, a la derecha de la Go el número 14 y a la izquierda de esta letra el 12 (ver fig. 221).

Una vez marcados estos números con lápiz o tinta en el chasis, no tendremos mayores dificultades en hacer las conexiones.

La sección de antena

Veamos ahora cómo conectamos la bobina de antena, que sabemos tiene cuatro bobinados, dos para onda larga y dos para onda corta. Esta bobina lleva en el tubo la numeración 62BB en el juego UCOA 540 M.

En el esquema de la figura 222 se ha destacado con trazos más gruesos la sección que encararemos en esta oportunidad. El elemento principal es la bobina de antena que está en la parte superior del chasis y cuyos terminales Nº 5 y 6 quedan en el extremo alejado del chasis y los Nº 1, 2, 3, 4, y 7 están el extremo accesible desde el interior del chasis. Si estudiamos simultáneamente el diagrama de la bobina de antena cuyas vistas inferior y superior aparecen en el ángulo inferior a la izquierda del esquema de la figura 222 y cuyo circuito interno se ve en el ángulo superior de la izquierda del mismo esquema, podremos comprender fácilmente cómo realizar las operaciones. Para ayudarnos a ubicar los distintos elementos incorporados, la fotografía de la figura 223 permite apreciar otro aspecto de esta etapa del trabajo.

Para ordenar la tarea ubiquemos la llave de cambio de onda en las fotografías; es la que corresponde al segundo eje desde la derecha, y las dos secciones de esta llave que usaremos ahora

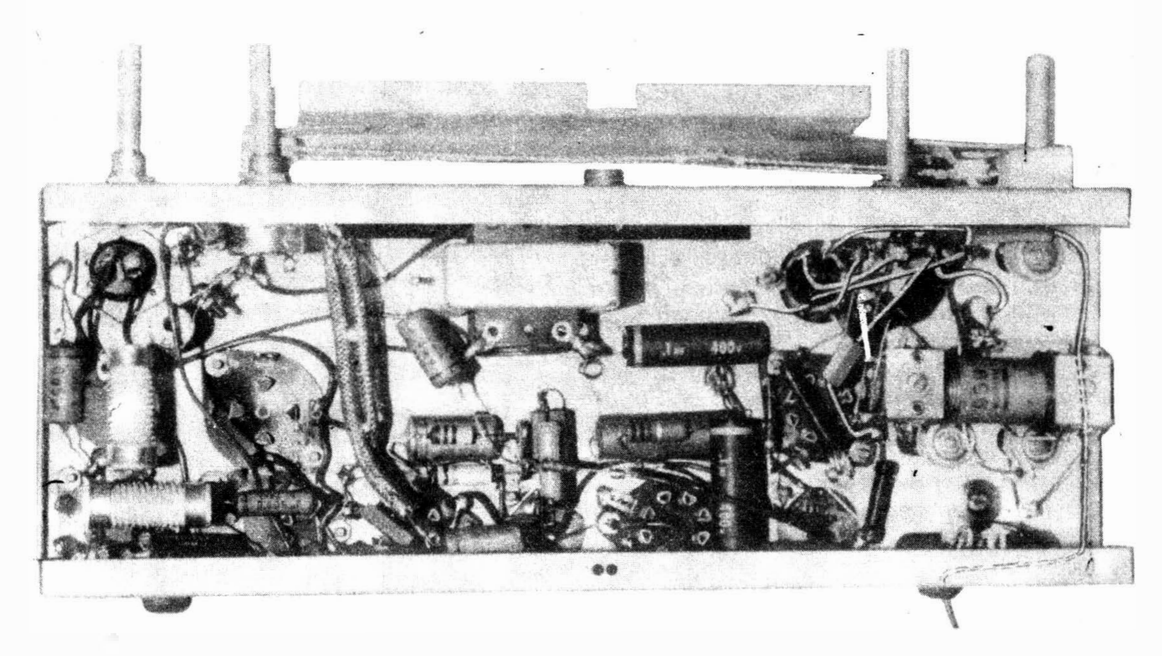


FIG. 223. — En esta foto pueden apreciarse algunos detalles de la sección de antena que no se alcanza a distinguir en la foto 222.

están cerca del fondo del chasis invertido, tal como lo hemos visto en la figura 221.

Comencemos por la sección correspondiente a la grilla de la conversora 12SA7GT. De la pata 8 de su zócalo vamos con un capacitor de mica de .0001 mfd. al centro G_1 de la llave, que es la sección de la izquierda. A este mismo terminal de la llave unimos uno de los cables que vienen del tandem a través de agujeros del chasis, y en este caso tomamos de los dos el que queda más cerca de la llave. Las dos mallas o conexiones que corresponden a la masa del tandem las soldamos al chasis junto a los agujeros por los que pasan al interior del chasis.

Ahora debemos conectar las dos bobinas que están sobre el tubo que corresponde a la sección de antena, pero que son los secundarios de las bobinas de antena. Para todas estas conexiones usamos alambre desnudo rígido, porque si fueran cables flexibles, cualquier movimiento posterior de los mismos podría alterar la calibración del receptor. Del terminal 5 de la llave vamos al terminal 5 de la bobina, que está en la parte superior, por lo que debemos pasar con el alambre por el interior del tubo. Del terminal 6 de la bobina, que está también en la parte superior, bajamos con un alambre por el interior del tubo para conectarlo a masa, aprovechando para conectar también a masa los terminales 1 y 7, que corresponden al primario y secundario de onda corta. El puente entre el extremo inferior del primario de onda larga y el extremo inferior del primario de onda corta, punto 7 de la bobina, ya viene hecho de fábrica.

Los dos trimers T que están en los extremos del tubo de la sección de antena vienen ya conectados entre los puntos 1 y 2 y los 5 y 6. Se conoce cual es el que corresponde a onda larga y cual el que corresponde a onda corta porque el que quedó más lejos de chasis está arrimado a la bobina hecha con alambre fino, o sea que es el de onda larga; el que quedó más cerca del chasis está junto a la bobina de alambre grueso, y por lo consiguiente corresponde a la bobina de onda corta.

Pasamos ahora a la segunda sección de la llave de cambio que es la que está a la derecha. El centro de la misma, punto A en las figuras 221 y 222 se lleva con un cablecito por el rincón del chasis, pero a través de un capacitor de papel de .01 mfd. hasta un puente aislante que se soldó en el fondo del chasis, junto al agujero con la gomita pasa-chasis que vemos perfectamente en las fotos 222 y 223. Ese puente tiene por objeto servir de amarre al chicote de antena, evitando así que al tirar del mismo se arranque el capacitor que acabamos de colocar. Del terminal de ese puente aislante, uno de los aislados por supuesto, sacamos un trozo de cable de más o menos 1,20 metros de longitud, que es el chicote de antena a que hicimos referencia.

Resta ahora conectar los terminales 3 y 4 de la bobina de antena que aparecen en el interior del chasis. El 3 (ver figura 221) va al punto 3 de la bobina y el 4 al punto 4 de la bobina, pero desde este punto 4 de la bobina sacamos la conexión del capacitor de mica de .0001 mfd. cuyo otro extremo va a chasis. Con lo dicho hemos conectado toda la sección de antena del receptor.

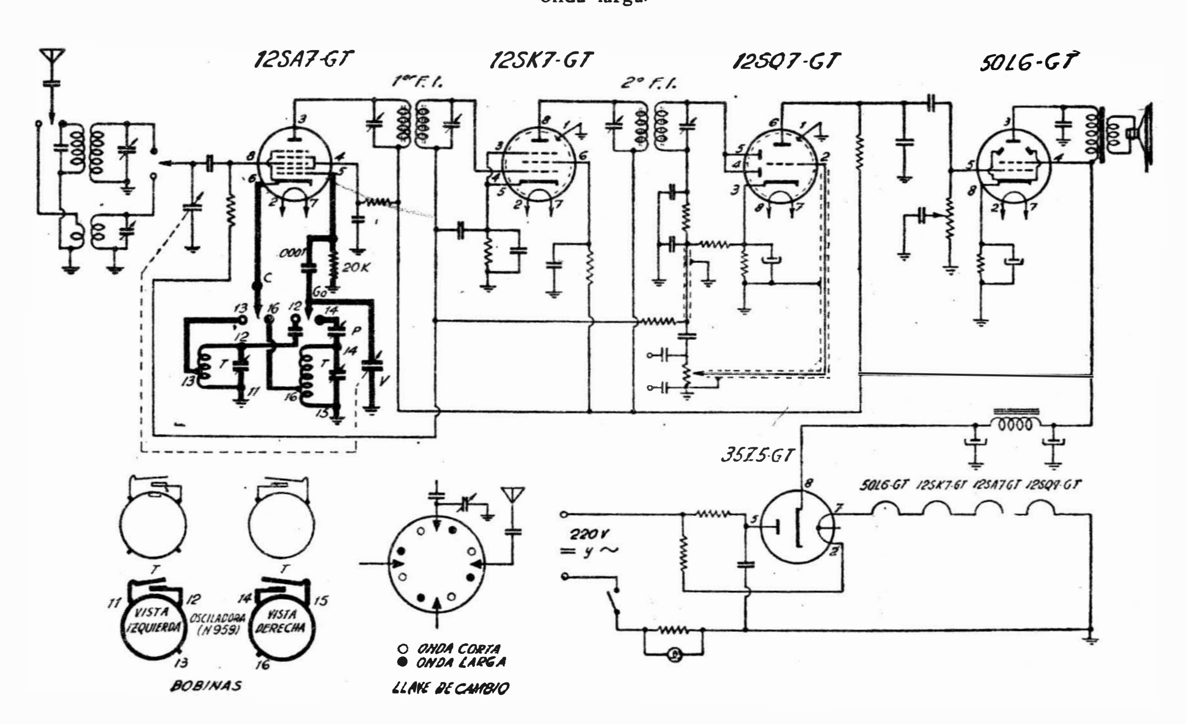
Conviene hacer una importante advertencia al lector y es que las conexiones a masa de los puntos Nº 1, 2 y 7 así como la de retorno de masa del tandem V deben ser hechas en lo posible a un mismo punto del chasis, para evitar que las corrientes de radio frecuencia tengan que recorrer trozos de chasis; este recorrido podría ser causa de aparición de señales extrañas, zumbidos y otros inconvenientes.

La sección osciladora

En el esquema de la figura 224 se ha marcado la sección osciladora del receptor que comprende el cátodo (pata 6) y la grilla osciladora (pata 5) de la válvula 12SA7GT, las dos secciones de la llave alejadas del fondo del chasis, la bobina osciladora que es el tubo que está colocado en el interior del chasis. el Pader P, el resistor de 20 K y el capacitor de .0001 mfd. Recordemos que para distinguir la bobina de antena de la osciladora en el juego UCOA 540 M la de antena lleva la marca 62BB y la osciladora la marca 959. Observando el grosor de los alambres notamos en la bobina osciladora que la sección de onda corta ha quedado a la izquierda (alambre grueso) y la sección de onda larga a la derecha (alambre fino). El pequeño capacitor de mica que aparece en el esquema entre el punto 12 de la llave y la bobina osciladora de onda corta, oficia de pader fijo para la onda corta y su capacidad es de .004 mfd.

Comenzamos a hacer las conexiones observando en el esquema de la figura 224, las indicaciones de la figura 221 y las fotos 224 y 225. Lo primero que hacemos es conectar el otro cablecito que venía del tandem, que era el que quedaba más lejos de la llave de cambio y lo conectamos al terminal Go de dicha llave. En el esquema de la figura 224 el tandem está marcado con la letra V y esa conexión aparece claramente indicada. Luego desde ese terminal Go de la llave llevamos un capacitor de mica de .0001 mfd. hasta la pata

FIG. 224. — Indicación de las conexiones correspondientes a la sección osciladora, tanto de onda corta como de onda larga.



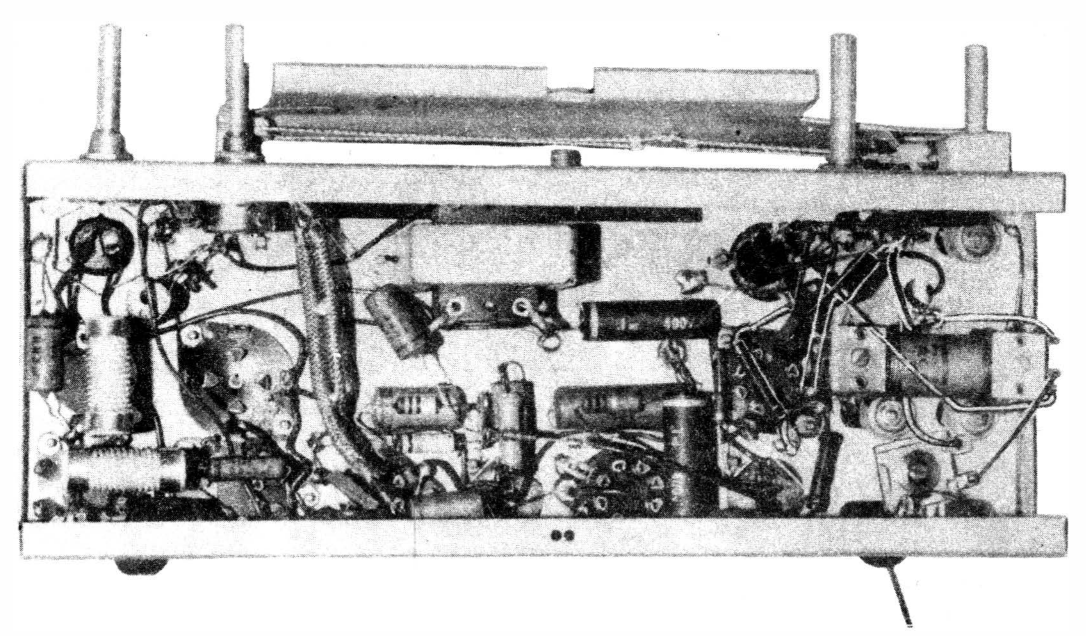


FIG. 225. — En esta foto pueden apreciarse algunos detalles de la sección osciladora que no se distinguen bien en la foto 224.

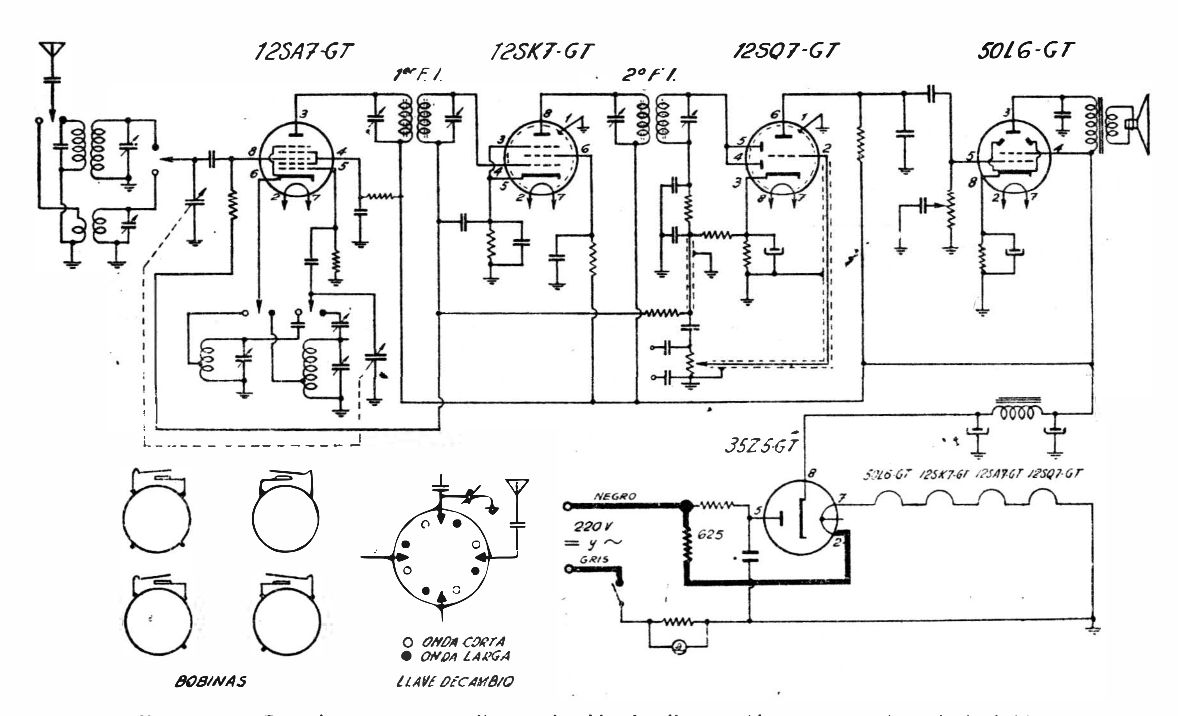


FIG. 226. — Conexiones correspondientes al cable de alimentación con su resistencia incluída.

Nº 5 de la 12SA7GT, de cuya pata Nº 5 sacamos el resistor de carbón de 20 K a masa.

Para conectar ahora la osciladora de onda larga llevamos un alambre desde el terminal 14 de la llave hasta el pader de onda larga, que tenemos atornillado al chasis, usando uno de sus dos terminales; el otro terminal del mismo va al punto 14 de la bobina de la derecha, mediante un alambre rígido. Ahora otro alambre rígido unirá el punto 16 de la bobina de la derecha con el terminal 16 de la llave de cambio (observar figura 221 y 224). Para terminar con la sección de onda larga tenemos que conectar la pata Nº 6 del zócalo de la 12SA7GT con el terminal K de la llave de cambio y el punto 15 de la bobina a masa, con un trozo de alambre rígido. El trimer que aparece a la derecha viene unido de fábrica a los puntos 14 y 15 de la bobina.

Pasamos ahora al otro extremo de la bobina, que corresponde a onda corta y es el que está a la izquierda. El punto Nº 12 lleva un capacitor de mica de .004 mfd, que es el pader fijo de onda corta y que va al terminal 12 de la llave de cambio. El punto Nº 13 de la bobina va al terminal Nº 13 de esa llave y el punto Nº 11 de la misma bobina se conecta a masa con un trozo de alambre rígido. Conviene hacer la advertencia de que en lo posible las conexiones a masa de los puntos 11 y 15 de las bobinas osciladoras de onda corta y onda larga deben conectarse a masa, en el mismo punto en que se conectó a masa el cable de masa del tandem T. Como esto puede lograrse en la mayoría de los casos hay que disponer esas tres conexiones de manera que cumplan tal condición. Con lo dicho hemos terminado la sección osciladora del receptor.

El cable de alimentación

Quedan muy pocos detalles para terminar el conexionado del receptor modelo. Necesitamos 2,15 metros de cordón con resistencia del tipo de 290 Ohm por metro para formar los 625 Ohm que tiene la resistencia que aparece en la figura 226 y que queda en serie con los filamentos de todas las válvulas. Este cordón viene con dos cables aislados y un hilo de amianto en el que está arrollado el alambre que forma la resistencia. Pelando cuidadosamente uno de sus extremos

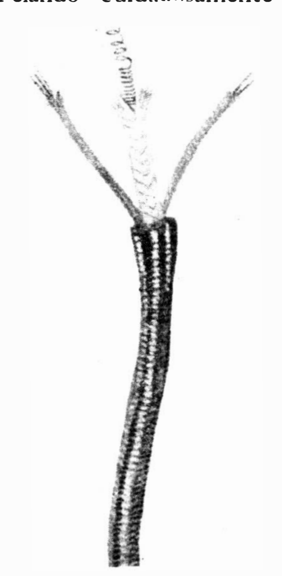


Fig. 227. — Forma de preparar el cordón de alimentación.

observaremos lo que se ve en la figura 227. La envoltura de género se introduce hacia adentro para evitar que se deshilache y se procede a conectarlo de la siguiente manera (ver figura 228).

En uno de los extremos se une uno de los cables a una de las patas de la ficha, sobre cuya misma pata, en el tornillito de conexión, se arrollan dos o tres vueltas del alambrecito de resistencia: El otro cable se coloca en la otra pata de la ficha; obsérvese que hemos numerado 1 y 2 a las patas de la ficha y debe anotarse el color de cada uno de los cables que están unidos a las patas 1 y 2, pues son diferentes.

Pasamos ahora al otro extremo del cordón El cable que corresponde a la pata Nº 2 de la ficha va soldado al terminal libre que quedaba en el

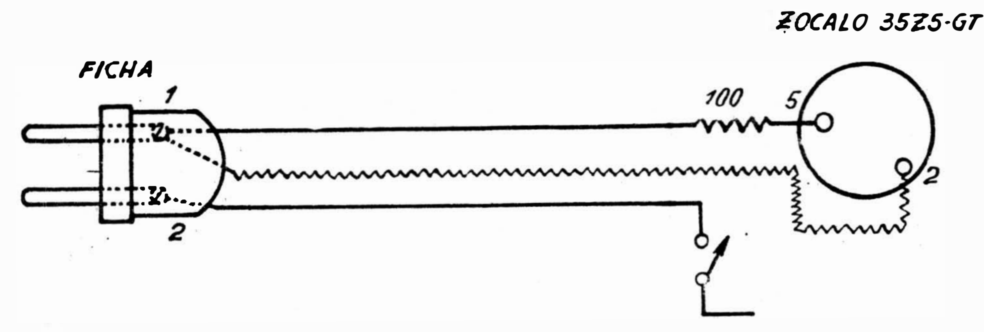


Fig. 228. — Esquema detallado de las conexiones del cordón de alimentación con su ficha.

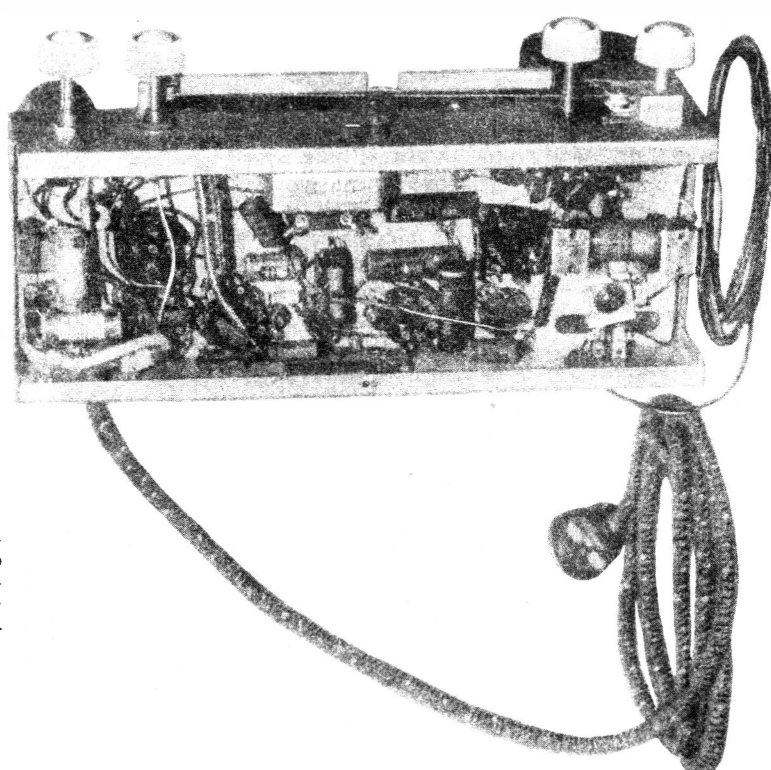


Fig. 229. — En esta foto puede apreciarse el receptor terminado visto desde abajo, con las perillas colocadas, el foquito del dial, el chicote de antena y el cordón de alimentacion.

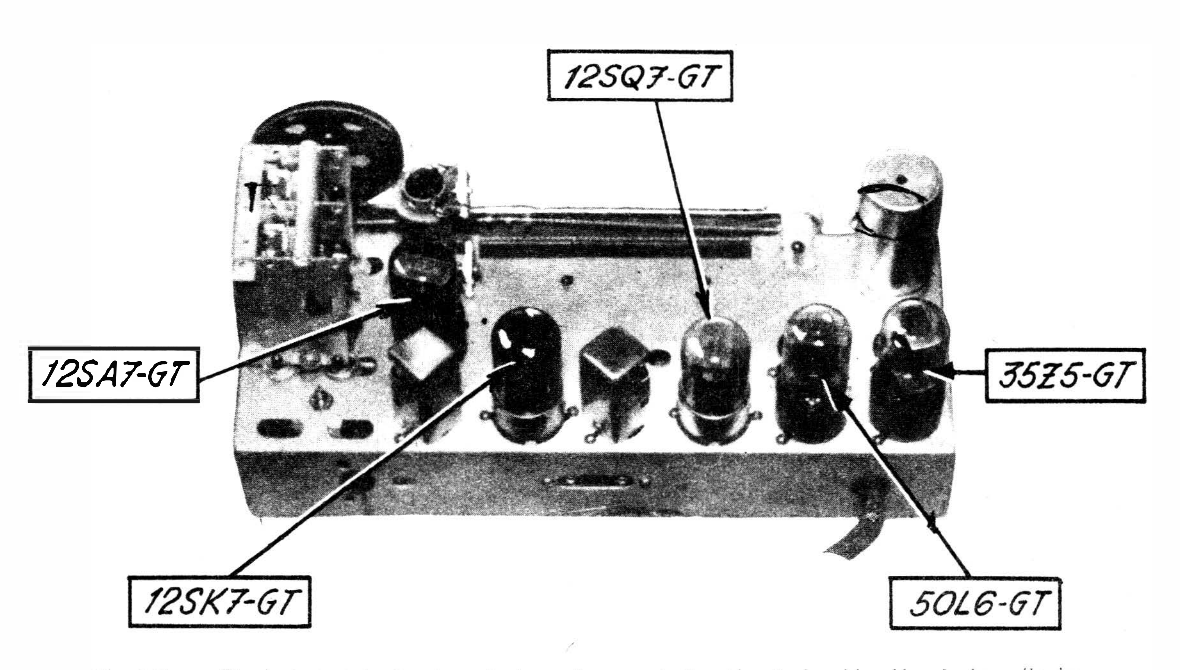


Fig. 230. — El chasis terminado visto desde arriba con indicación de la ubicación de las válvulas.

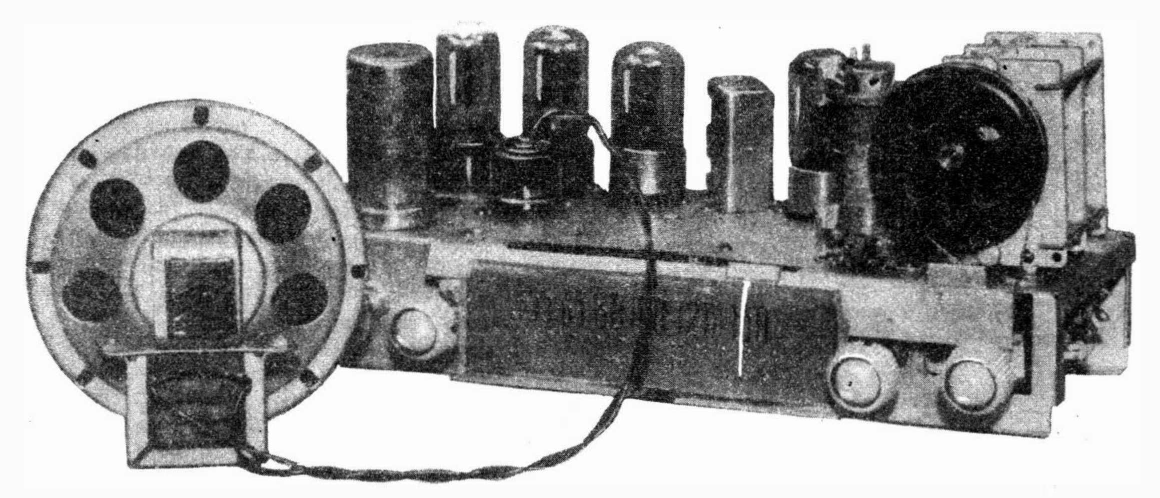


FIG. 231. — Foto que muestra el detalle final del receptor, o sea la conexión del parlante.

interruptor que tiene el control de volumen. El cable que corresponde a la pata Nº 1 de la ficha va soldado al extremo libre del resistor de alambre de 100 Ohm que teníamos sobre un puente aislante y cuyo otro extremo está conectado a la pata 5 de la rectificadora 35Z5GT. El alambrecito de resistencia va conectado a la pata 2 de dicha rectificadora, por lo que, como no es fácilmente soldable, hay que arrollar dos o tres vueltas en el terminal correspondiente del zócalo y después cubrirlo con estaño. En la figura 229 podemos apreciar como queda conectado el cordón de alimentación.

Los últimos detalles

En la figura 229 vemos el receptor terminado desde abajo del chasis y se observará que se han colocado las perillas pues las necesitamos para efectuar la calibración.

Procedemos ahora a colocar las válvulas, cosa que se ve en la figura 230. También se colocó en su portafoquito la lamparita del dial, lo que podemos apreciar en la figura 229. El chicote de antena, en las dos últimas figuras, aparece arrollado para que no moleste.

Como detalle final conectaremos el parlante, según lo muestra la figura 231. Para ello se toman dos trozos de cable de 40 cm de largo y se trenzan. Las dos puntas de un extremo se conectan a los dos terminales libres del transformador del parlante, que corresponden a su primario. Las puntas del otro extremo deben ser introducidas y soldadas en las dos patas finas de la ficha de 4 patas destinada al parlante; dejando arrimado el soldador durante un rato a cada pata, el estaño corre fácilmente hacia el interior de la misma, que es hueca, y queda así soldado el cable que se introdujo en su interior. Posteriormente se cierra la ficha y se introduce en el zócalo de 4 contactos que está en la parte superior del chasis, tal como se ve en la figura 231.

La antena para onda corta

Para obtener buena recepción en la banda de ondas cortas, hay dos tipos de antenas fáciles de construir. Uno es la antena horizontal y otro es el mástil vertical. La figura 232 muestra el tipo horizontal con las medidas y el esquema. El extremo libre del chicote de antena se une con el cable de llegada de la antena aérea.

La antena horizontal está construída con un cable multifilar de unos 10 a 15 metros de largo, sostenido entre dos postes o caños a la mayor altura posible. Los extremos del cable se amarran a aisladores especiales para antena, los que se atan

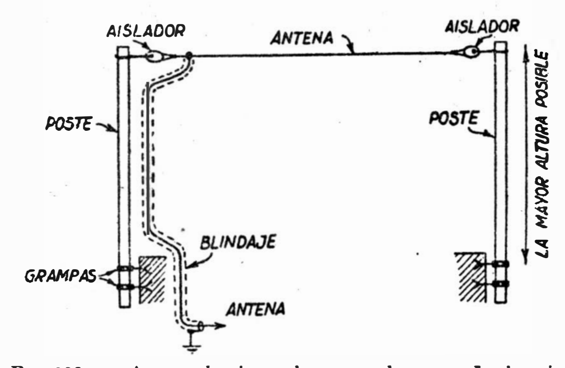


FIG. 232. — Antena horizontal para onda corta. La longitud entre aisladores de soporte debe ser de 10 a 15 metros. El cable de bajada debe ser blindado.

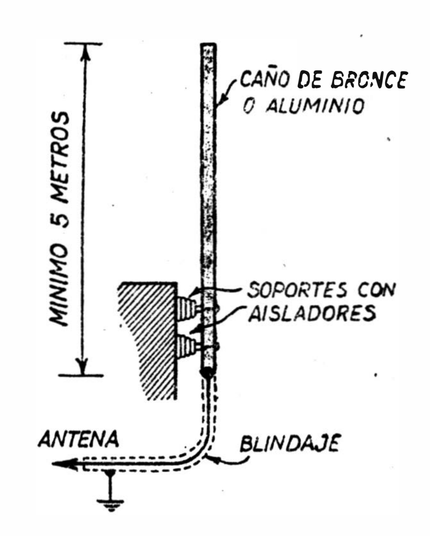


FIG. 233. — Antena mástil para onda corta. El caño vertical debe quedar aislado y en el extremo inferior se le conecta el cable que va a la ficha de antena, y que debe ir blindado.

con alambres a los postes, con lo que el cable queda aislado de los mismos.

Uno de los extremos de la antena lleva soldado el cable de bajada, que va hasta la entrada de antena del receptor. Un detalle muy conveniente es utilizar para esa bajada un cable blindado especial para ese objeto, que tiene la malla muy separada del cable interno, para evitar la pérdida de señal por el efecto capacitivo. Este cable se vende en el comercio con ese nombre. La malla de blindaje debe ir conectada a tierra y al chasis del receptor. La conexión a tierra puede hacerse a una cañería de agua, soldando un cable a una canilla de bronce, donde será más fácil efectuar la soldadura.

El otro tipo de antena es el mástil vertical ilustrado en la figura 233. Consiste en un tubo de varios metros de longitud que va aislado de la pared o parte en que se amarre. Resulta muy conveniente que sea de aluminio, por su menor peso. Para aislarlo se lo amarra mediante dos aisladores.

En el extremo inferior de ese mástil, que estará lo más distante posible del suelo, se suelda o se asegura el cable de bajada mediante un zuncho; dicho cable será blindado, al igual que el descrito anteriormente. Desde aquí hasta el receptor no hay ya diferencia con la antena horizontal.

La antena vertical es apta para casa de departamentos o lugares donde no puede instalarse la horizontal. que da mejores resultados.

Al lector:

Ahora sí podemos decir que hemos terminado de armar nuestro primer receptor. Las válvulas están colocadas, y el cable listo para ser enchufado en un tomacorriente. La tentación es muy fuerte y seguramente el lector cederá a ella. La antena para onda corta nos habrá entretenido por un rato, pero eso también está ya terminado. ¿Qué falta por hacer? Ajustar el receptor para que las tensiones de los electrodos sean correctas, alinear los circuitos de R. F. y de F. I. para que el rendimiento sea máximo y se puedan escuchar todas las estaciones. En resumen, falta calibrar el aparato.

Esta operación nos llevará todo el capítulo que sigue, y no ofrecerá dificultades si se siguen cuidadosamente las indicaciones que se den en cada caso. Al final de la tarea estaremos nuevamente con el lector.

Día 14

CALIBRACION DEL RECEPTOR

Habíamos dejado el receptor terminado, en dos partes: el chasis y el parlante conectado. Las operaciones a realizar ahora constan de varias etapas, pero corresponde hacerlas una vez que sepamos que el receptor funciona. Para comprobarlo, enchufamos la ficha del cable de alimentación en un tomacorriente. Damos vuelta la perilla del control de tono que tiene la llave general y observamos si los filamentos encienden. Si ello ocurre, giramos un poco el tandem y damos algo de volumen; el escuchar alguna transmisión en el parlante es prueba de su funcionamiento.

Si no se escuchara nada, compruébese si la llave de cambio está en onda larga. Si no se obtiene funcionamiento hay que proceder a una revisión metódica del circuito y sus componentes. Si el circuito está bien conectado hay que revisar las válvulas; si éstas están bien, la falla se deberá a un elemento defectuoso, su localización no puede ser explicada aquí, pues requiere una serie de consideraciones previas.

Normas generales de la calibración

Observemos el circuito de la figura 234. Resaltan en el mismo las partes del receptor que deben ser sometidas a la calibración. Vemos que ellas corresponden a la sección de R. F. y F. I. del

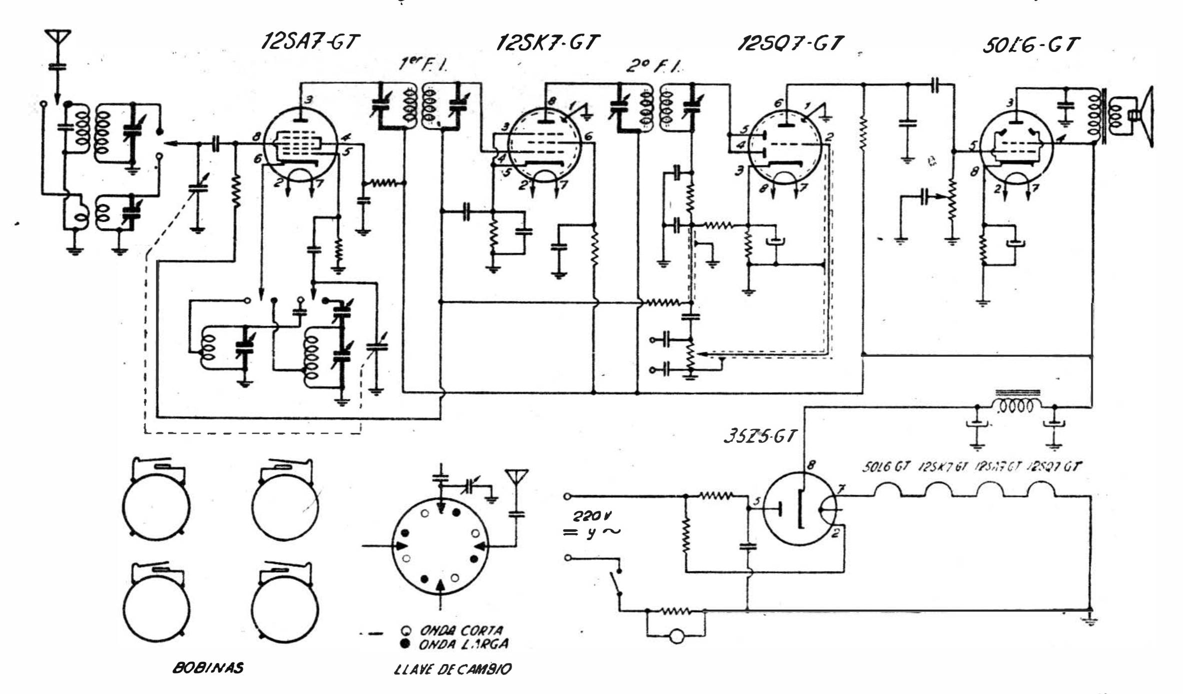


Fig. 234. — Indicación de las secciones que deben ser sometidas a calibración en el circuito general del receptor.

receptor, que son las que tienen circuitos sintonizados por medio de capacitores ajustables.

La necesidad de la calibración es consecuencia de que cada sección del tandem forma un circuito resonante con una bobina y la resonancia no es correcta simultáneamente en las dos secciones del tandem, debido a la colocación de los cables y elementos adoptada por razones constructivas, proximidad de masas metálicas, etc. Por ejemplo, si giramos el tandem para sintonizar una señal de 1000 Kc/s, la primera sección del mismo debe, conjuntamente con su bobina, estar en resonancia de 1000 Kc/s, y la segunda, que es la sección osciladora, debe resonar en 1465 Kc/s. pues la F. I. es de 465 Kc/s, siendo éste el exceso de frecuencia que debe suministrar siempre la sección osciladora. Pero en la práctica ocurre que si esta sección resuena en 1465 la otra lo hace en 995 Kc/s por ejemplo, o diferencia por el estilo. Para corregir esas pequeñas diferencias están los trimers. Girando levemente hacia un lado u otro sus tornillos, se obtiene resonancia en la frecuencia exacta.

El pader se encarga de que el oscilador produzca la diferencia constante de 465 Kc/s entre la sección osciladora y la otra. Si eso no ocurre rigurosamente, hay que girar el tornillo de ese capacitor para conseguirlo.

Los transformadores de F. I. tienen dos trimers cada uno, para que los cuatro bobinados, y cada uno con su trimer, estén en resonancia a la frecuencia de 465 Kc/s. Si no sucede así con exactitud hay que girar los tornillos hasta obtener dicha resonancia.

En resumen, hay que ajustar ocho trimers y un pader, pero procediendo metódicamente. Para ello se presentan dos casos: que se disponga de instrumental de laboratorio, o que se no se disponga de él. Haremos, pues, dos grandes divisiones en este capítulo, para tratar los dos casos mencionados.

Ajuste sin instrumental

Desde luego, hay que dejar sentado que cuando la calibración del receptor se hace "a oído", nunca podrán obtenerse resultados tan perfectos como los que es posible obtener cuando se procede con la exactitud que brindan los aparatos de laboratorio, pero con un poco de práctica se llega a resultados aceptables.

Veamos entonces cuál es el método a seguir para la llamada "*calibración a oído*". En primer lugar, debemos suponer que las tensiones y corrientes en todas las secciones del receptor están bien, cosa que no siempre será exacto, aunque las diferencias que hubiere, si se ha respetado el circuito, no impedirán el funcionamiento de nuestro receptor.

El ajuste del pader

No disponiendo de medios para verificar si los transformadores de F. I. resuenan a la frecuencia exacta de 465 Kc/s, supondremos que vienen

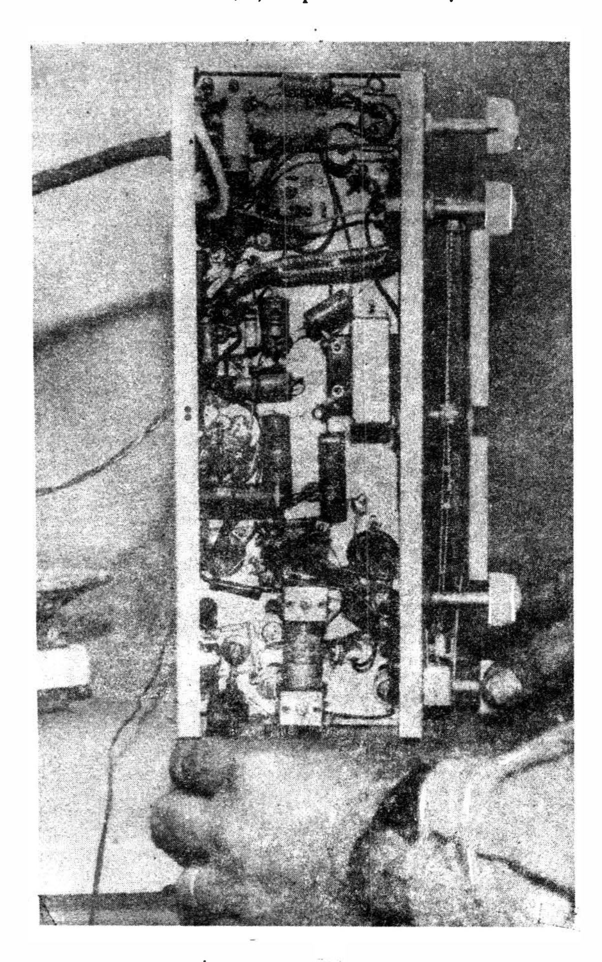


FIG. 235. — Procedimiento para ajustar el padder de onda larga. Se gira el tornillo del mismo y la perilla del dial, sintonizando la estación de menor frecuencia hasta obtener máximo volumen.

bien calibrados de fábrica, y que las conexiones no han afectado notablemente al ajuste original.

Podemos, pues, proceder al ajuste o retoque del pader. Para ello observemos la figura 235. Puesto el chasis en posición conveniente, se introducen

casi del todo las placas del tandem de sintonia, y se coloca el destonillador en el tornillo del pader, procurando sintonizar cualquier estación que se escuche en ese extremo de la banda de onda larga.

Así las cosas, hay que girar un poco el pader y retocar la sintonía para notar si aumenta el volumen con que escuchamos la estación. Si disminuye, es señal de que hay que realizar la operación inversa, esto es, apretar el pader si antes lo aflojamos, o viceversa. Seguimos probando, retocando el pader un poco y girando la perilla del dial, hasta conseguir el punto en que se escucha con mayor volumen; ese será el de ajuste del pader.

Se hace notar que se ajusta el pader en el extremo de la banda que corresponde a las frecuencias más bajas, porque ese es el punto más desfavorable. En efecto, en este extremo, para una señal de 590 Kc/s, la osciladora debe dar:

$$590 + 465 = 1055 \text{ Kc/s}$$

Frecuencia que es cerca del doble de la frecuencia de la señal, un 80 % más alta. En cambio, en el otro extremo de la banda, para una señal de 1350 Kc/s por ejemplo, la osciladora dara:

$$1350 + 465 = 1815 \text{ Kc/s.}$$

Frecuencia que sólo es superior a la de la señal en un 35 % más o menos. Se nota de inmediato que el ajuste conviene hacerlo en el lugar de la banda más desfavorable, pues asi aseguramos que funcione bien el resto de la misma.

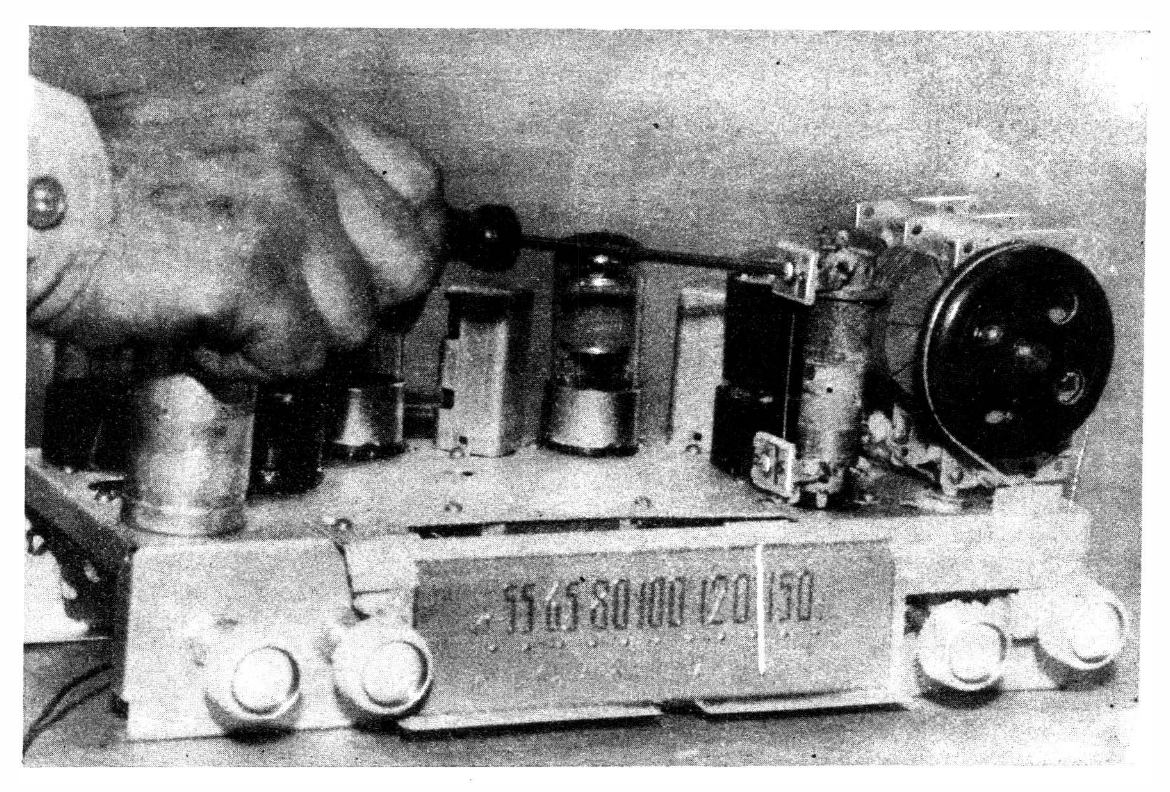


Fig. 236. — Retoque de uno de los trimers de la sección de antena en la banda de onda larga.

Ajuste de los trimers

Una vez que sabemos que la sección osciladora produce una frecuencia que supera a la de la señal en 465 Kc/s, pasamos a retocar los trimers de onda larga, para conseguir el "arrastre" del receptor, es decir, que se mantenga esa diferencia de 465 Kc/s en toda la banda.

Veamos la figura 236. El trimers de onda larga, sección antena, es el superior. El capacitor de sintonía (tandem) debe estar con sus chapas móviles totalmente afuera. Así comenzamos a girar la perilla del dial hasta encontrar la primera estación entrando un poco las placas del tandem.

En esa posición retocamos el trimers como se ve en la figura 236, girando hacia los dos lados hasta obtener el máximo volumen de salida, para esa estación.

Así queda ajustado de primer intento el receptor. en su sección de onda larga. Pero recordemos

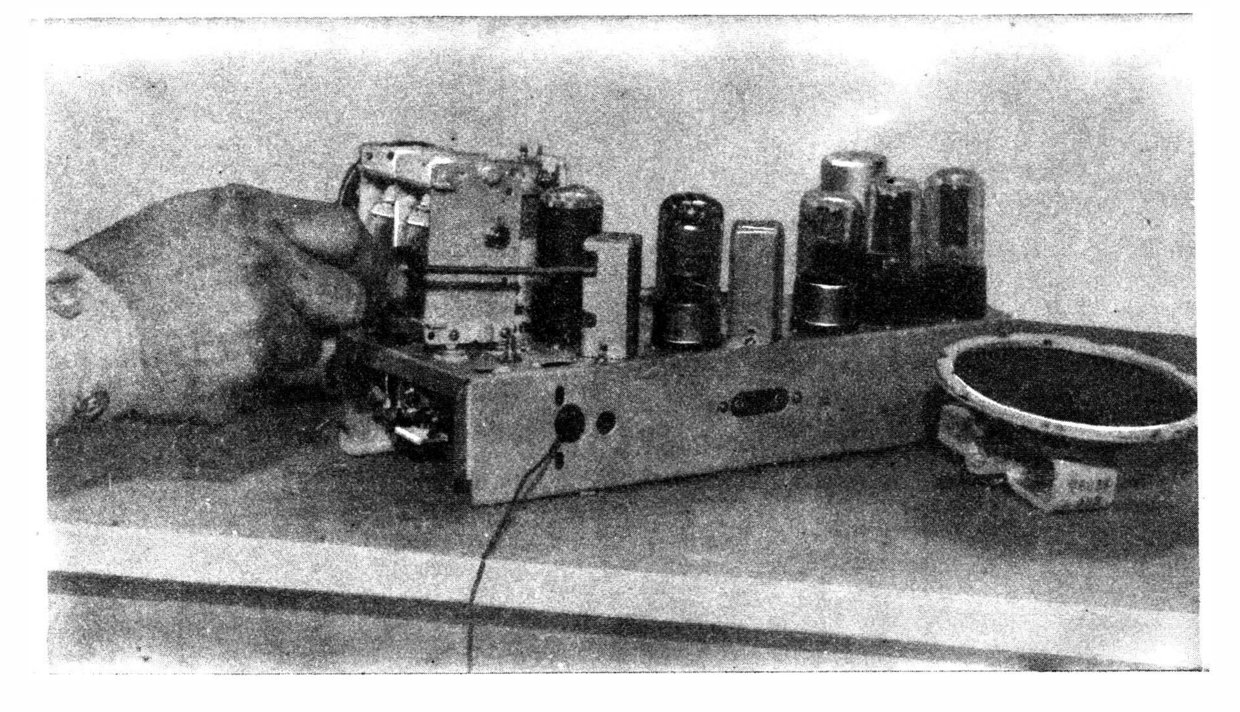


Fig. 237. — Retoque de los transformadores de Frecuencia Intermedia. Se busca siempre un aumento en el volumen de salida del receptor.

que habíamos dejado los transformadores de F. I como venían de fábrica. Veamos ahora lo que sigue.

Retoque de la F. I.

La amplificación de frecuencia intermedia tiene cuatro circuitos sintonizados, dos en cada transformador. Si consideramos que uno de ellos está en perfecta resonancia a 465 Kc/s, podemos retocar los otros tres. En la figura 237 se ve cómo procederemos a retocar los trimers de los transformadores de F. I. Sintonicemos cualquier estación, preferentemente una muy débil, por ejemplo una onda que nos llegue de lejos. Retocaremos hacia uno y otro lado los tornillos hasta conseguir aumentar el volumen. Hay que hacer notar que el ajuste debe hacerse con mucho cuidado, y con un destornillador adecuado, pues es muy poco lo que deberá moverse cada tornillo.

Reajuste general

Ahora nos queda pendiente el retoque del trimer de antena de la banda de onda corta, ya que ésta tiene pader fijo. Procedemos con él en la forma que vimos en la figura 236 para el de onda larga. Pero el trimer es el que está cerca del chasis.

Una vez hecho esto observamos en qué lugar del dial aparecen las estaciones, tanto en la banda de onda corta como en la de onda larga. El dial está graduado en frecuencias, de modo que si conocemos la correspondiente a cada estación que se sintoniza, podemos comprobar si hay coincidencia entre las cifras del dial y la frecuencia de cada onda elegida.

Si no hay coincidencia, podemos conseguir que la estación se corra en el dial mediante el retoque del trimer de la sección osciladora; los trimers respectivos están en la bobina que esta dentro del chasis. Se sintoniza una estación y se retoca el trimer girando al mismo tiempo la perilla del dial hasta que coincida en el lugar que corresponde a la graduación de frecuencia.

Una vez conseguido, debemos retocar nuevamente el trimer de la sección de antena, si el ajuste lo hicimos en la banda de onda corta. Si era

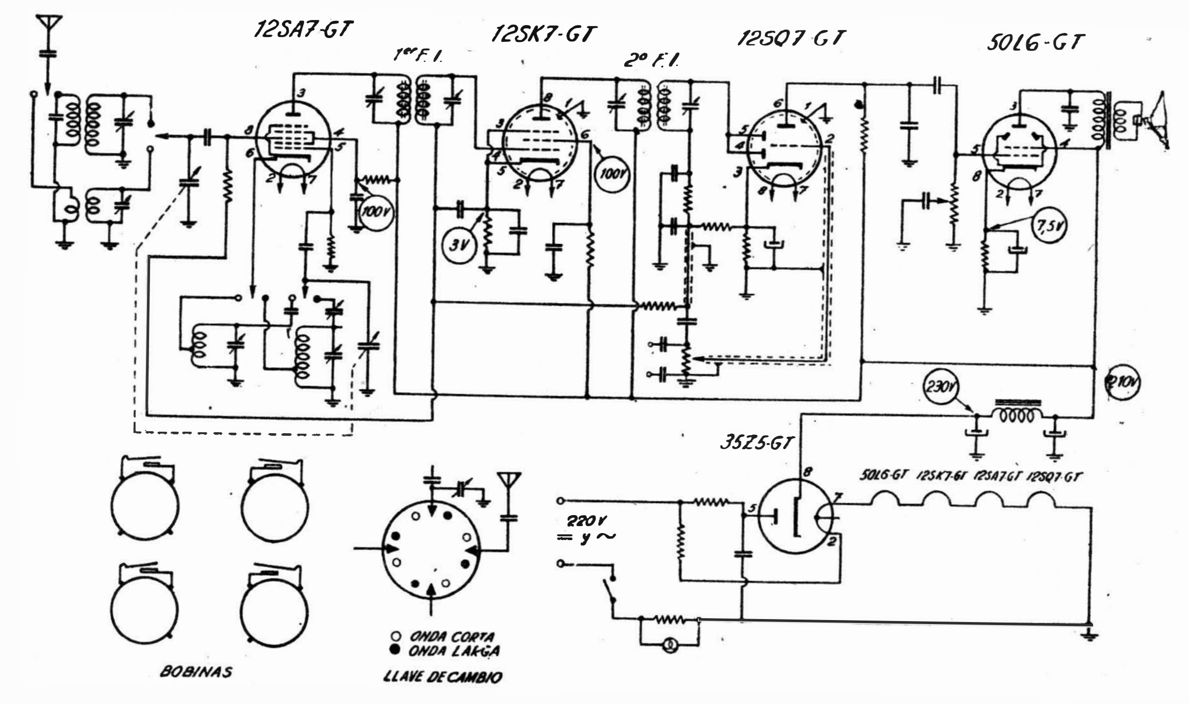


FIG. 238. — Indicación de las tensiones que deben tenerse en cada punto del circuito.

FIG. 239. — Medición de tensiones con el analizador. Para las tensiones positivas, se conecta a masa la punta negativa del aparato.

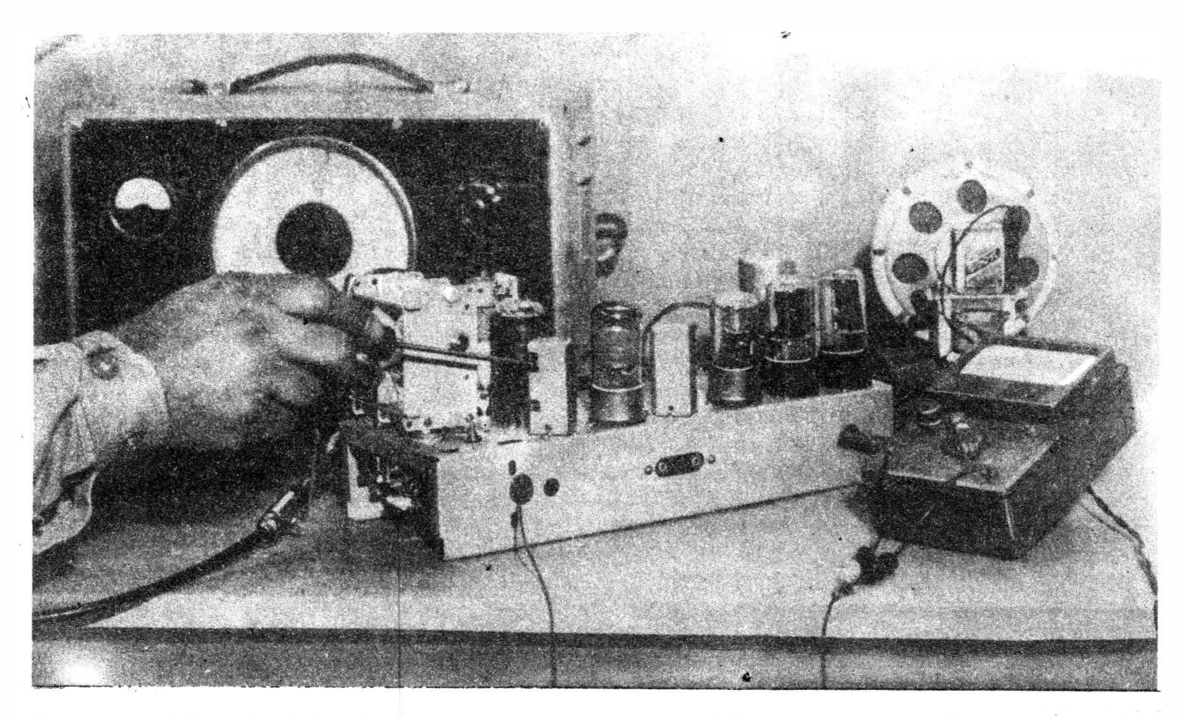


Fig. 240. — Calibración de los transformadores de F. I. mediante el generador de señales. En el esquema vemos cómo se conecta el voltímetro para hacer las lecturas y cómo se cortocircuita la sección del tandem que corres onde al oscilador local.

GENERADOR DE SEÑALES
Graduar a 465 Kc/s
Retocar para 465Kc/s
12SA7-GT
1er F.I.
12SK7-GT
2° F.I.
12SQ7-GT
50L6-GT
PONER EN CORTOCIRCUITO
VOLTIMETRO de ALTERNA
Escala 25
35Z5-GT
50L6-GT 12SK7-GT 12SA7-GT 12SQ7-GT
220 V = y ~
BOBINAS
O ONDA CORTA
● ONDA LARGA
LLAVE DECAMBIO

Fig. 241. — Ajuste del padder de onda larga con ayuda del oscilador y del voltímetro. Debe retocarse la sintonía simultáneamente con el ajuste del padder. Antes se habrá sacado el cortocircuito de la sección osciladora del tandem.

en la banda de onda larga, hay que retocar de nuevo el padder y el trimer de la sección antena. Al efectuar estas operaciones puede ocurrir que se haya desplazado nuevamente la estación en el dial, lo que obligaría a realizar todo el proceso nuevamente, pero en menor proporción. Así seguimos hasta conseguir el propósito enunciado.

Con lo dicho tenemos el receptor ajustado y listo para funcionar. Colocamos el chasis dentro de la caja y asunto concluído. La forma de hacer esta última operación la explicaremos al final de este capítulo luego de tratar la calibración con aparatos de laboratorio.

Ajuste con instrumental

Veamos ahora cómo se procede cuando se dispone de algunos aparatos de laboratorio. La dotación mínima es un analizador o multímetro y un oscilador de servicio o generador de señales.

El analizador es una combinación de voltímetro, amperímetro y óhmetro, con varias escalas en cada una de esas funciones, y que suele tener otras aplicaciones. Con este aparato procedemos a verificar todas las tensiones en el receptor, las cuales están especificadas en la figura 238.

La figura 239 muestra el procedimiento. Se comienza por la tensión del positivo general, se sigue por los positivos en el resto del receptor, tensión de pantalla y las de grillas. Estas últimas se miden como tensiones positivas en los circuitos de cátodo.

Con el analizador se verá la necesidad de incluir resistencias en serie con los positivos parciales para satisfacer los valores indicados dentro de los circulitos en la figura 238. También podrá ser necesario correr la brida de la resistencia de cátodo del pentodo de salida y cambiar la resistencia de pantalla de las dos válvulas de R. F., para ajustarse a las cifras mencionadas.

Calibración con el generador de señales

Pasando ahora al ajuste de los circuitos sintonizados, nos encontramos con un método distinto que el explicado para el procedimiento de calibración "a oído".

Lo primero que calibramos ahora es la frecuencia intermedia, en la forma ilustrada por la figura 240. Usaremos el analizador como indicador del nivel de la señal, para lo cual conviene conectar el voltímetro con la escala de 2,5 Volt de alterna en la bobina móvil del parlante. En estas condiciones, a la máxima señal corresponderá la máxima lectura.

Conectamos el oscilador a la entrada de antena

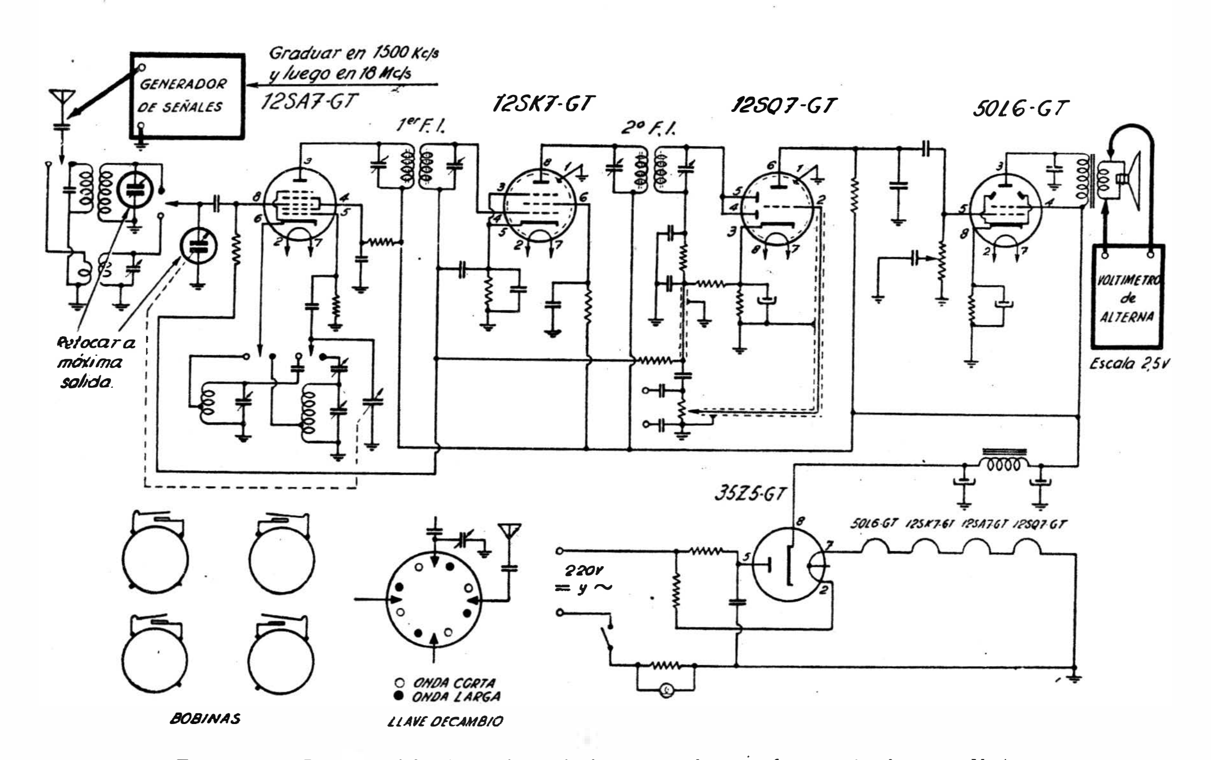


Fig. 242. — Retoque del trimer de onda larga usando una frecuencia de 1500 Kc/s.

FIG. 243. — Retoque del trimer de la osciladora de onda larga.

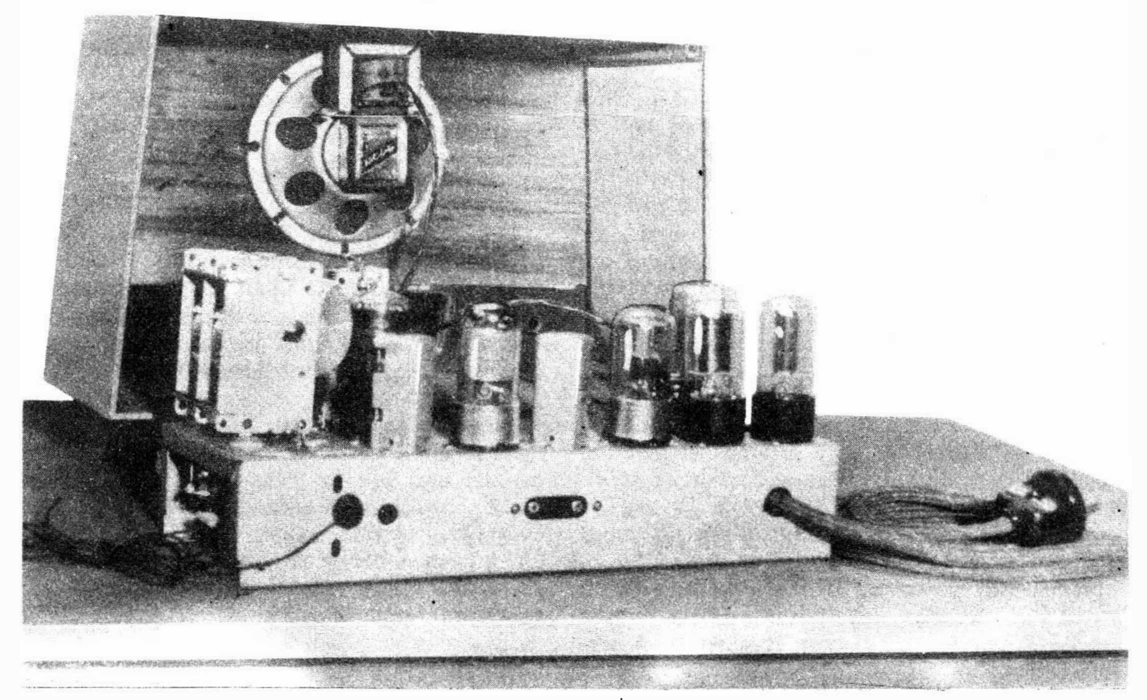


Fig. 244. — Colocación del receptor en la caja. Hay que asegurar el chasis colocando dos tornillos que sirvan de topes. Después se pone la tapa trasera.

como se ve en la figura 240. El otro borne va a masa. Hacemos funcionar el oscilador produciendo una señal de 465 Kc/s, si ese es el valor de la F. I. Para evitar la influencia del oscilador local puede eliminársele, cortocircuitando el tandem de su sección correspondiente mediante un destornillador, o puente. Así retocamos los cuatro trimers de los transformadores de F. I. hasta obtener el máximo de señal.

Pasamos ahora al ajuste del pader, como ilustra la figura 241. Para ello inyectamos con el oscilador una señal de 550 a 600 Kilociclos por segundo, que corresponde al extremo inferior de la banda de onda larga, conectándolo directamente entre los bornes de antena y tierra a la entrada del receptor. Retocamos el tornillo del pader girando un poco al mismo tiempo la perilla del dial, en la forma ya explicada para la calibración a oído, hasta obtener la máxima desviación de la aguja del instrumento indicador. Con esto, queda ajustado el pader.

Luego hacemos funcionar el oscilador en 1500 Kc/s, o un poco menos, y giramos el dial del receptor hasta obtener sintonía de dicha señal. Procedemos a retocar el trimer de la sección de antena de la banda de onda larga, tal como se ve en la figura 242.

Hecho esto, pasamos a la banda de onda corta, llevamos el oscilador a una frecuencia que corresponde al extremo de mayor frecuencia de esa banda, 18 Mc/s y ajustamos el trimer de antena en esa banda.

Si deseamos que las frecuencias del dial coincidan con las de las estaciones, procedemos a retocar los trimers de las secciones osciladoras en las dos bandas de onda, hasta lograr que aparezca la señal en el lugar del dial cuya frecuencia coincida con la que produce el generador de señales de ese momento. Ver para esto la foto de la figura 243.

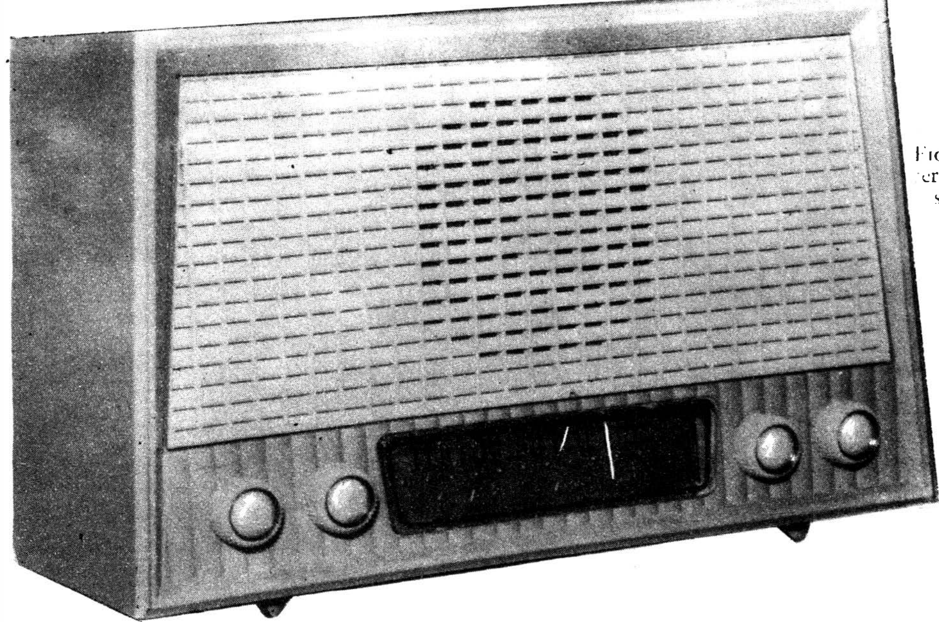


FIG. 245. — Receptor terminado, colocado en su caja y listo para funcionar.

Hecho esto, debe retocarse la calibración del pader de onda larga y de los trimers de antena en las dos bandas. Así termina la calibración del receptor.

El receptor terminado

Una vez que hemos calibrado nuestro receptor, sea a oído o con instrumental, procedemos a colocarlo en su mueble. Para ello, atornillamos el parlante, quitamos las perillas e introducimos el chasis en su caja, como se ve en la figura 244. Si el mueble tiene los agujeros para el dial y para los cuatro ejes, no hay problema. Si no viene así, hay que hacerlos. Para los ejes, el método más expeditivo es colocar en los extremos de cada uno de ellos una gota de tinta, empujando el chasis de modo que quede en posición bien centrada y arrimado contra el frente de la caja. La tinta manchará cuatro puntos en el panel, en su parte interior, lo que permitirá hacer los agujeros con un taladro, primero de diámetro reducido, desde adentro hacia afuera, y luego repasando a mayor diámetro, desde afuera hacia adentro para evitar el astillado del enchapado exterior.

Para hacer el agujero rectangular para el dial, la ventana del mismo permitirá tomar las medidas, usando como referencia los ejes de los potenciómetros, llave de cambio de onda o del mismo dial.

En nuestro caso el mueble venía con los agujeros ya hechos, de modo que no se presentó el problema. La figura 245 muestra una vista de frente del receptor terminado. Se impone aquí otra vez la contemplación de la obra, y no será seguramente la única vez que el lector satisfecho contemple su realización.

Al lector:

Lo que hemos hecho en esta jornada es breve, pero sumamente interesante. Habiendo terminado en la lección anterior el armado del receptor, hemos procedido ahora a calibrarlo, palabra mágica que impresiona a los no iniciados, pero para quien nos ha seguido en la lectura de esta obra, ya no tiene misterios. La calibración proporciona al aparato mayor rendimiento, mejor sonido y, en onda corta, hace posible el funcionamiento.

Ya estamos convertidos en Radiotécnicos por mérito propio, y mediante procedimeintos autodidactas, pues lo que ha hecho el autor es guiar al lector, únicamente; el mérito es pues de este último. Los progresos realizados son el premio a su atención y entusiasmo, y ahora podrá decir con orgullo que sabe radio. Como ampliación, y para que tenga oportunidad de conocerlos y practicar con ellos, le ofreceremos ahora otros circuitos. Será, pues, hasta el fin de la nueva jornada.

Día 15

OTROS CIRCUITOS DE RADIO

Después que el lector ha construído su primer receptor, es lógico admitir que tendrá deseos de armar otros, así como diseñar circuitos de radio en general, amplificadores, combinados, intercomunicadores, etc. Con los conocimientos teóricos ya adquiridos y la habilidad práctica obtenida al armar el receptor que se ha descrito, puede afrontar con éxito la tarea.

¿Cuáles son entonces los circuitos de radio más comunes, y que constituyen el trabajo habitual del radio-armador? De ello nos ocuparemos aquí y los enumeraremos previamente a título ilustrativo:

Receptores para corriente alterna, de onda larga.
Receptores para corriente alterna, de onda corta y larga.
Receptores para ambas corrientes, de onda larga.
Receptores para ambas corrientes, de onda corta y larga (ya fué explicado como receptor modelo).
Receptores para corriente continua.
Receptores para automóviles y embarcaciones.
Receptores combinados con tocadiscos.
Amplificadores de audio.

En la lista que antecede omitimos intencionadamente los transmisores, por tratarse de equipos que requieren otros conocimientos; su uso está sujeto a una Reglamentación especial que incluye un examen de competencia y, en resumen, pueden dar motivo a una publicación especial sobre el particular. Los equipos que figuran en la lista pueden ser construídos por todo armador, y de por sí constituyen un renglón completo de actividades. Si a ello se agrega la reparación de los mismos, ya tendremos un taller importante de radio-armado y radio-reparaciones. Comencemos, pues, con la descripción.

Receptores para corriente alterna, de onda larga

La válvula conversora es aquí una 6BE6, que presenta la particularidad de tener la realimentación de la osciladora en el circuito de cátodo. Además, no tiene capacete superior, de modo que todas sus conexiones se hacen en el zócalo. Esta válvula, debido a su construcción interna, permite aplicar el C. A. S. sin los inconvenientes que se presentan en otros tipos de conversoras.

También observaremos en el circuito que la amplificadora de potencia es una 6AQ5, tetrodo de haces electrónicos concentrados, que suministra mayor potencia de salida y menor deformación armónica. En los demás detalles, el circuito de la figura 246 no se diferencia de otros de los que veremos varios más adelante en detalle, salvo en que éste es para onda larga solamente, por lo cual no abundaremos en mayores explicaciones. El calibrado se hace también en la forma descrita anteriormente.

Se indican en esta oportunidad las conexiones de las bobinas con números clave, para que el lector pueda seguir las indicaciones de la fábrica.

Asimismo, el transformador de potencia y el del parlante vienen con indicaciones suficientes para interpretar la forma de conectar todos sus terminales.

Receptores para corriente alterna, de onda corta y larga

Un receptor moderno y completo, con todas las mejoras que puedan incorporarse dentro de las restricciones que impone la economía, debe tener dos bandas de onda, por lo menos. Esto es lo que contiene el receptor que podemos ver en la figura 247.

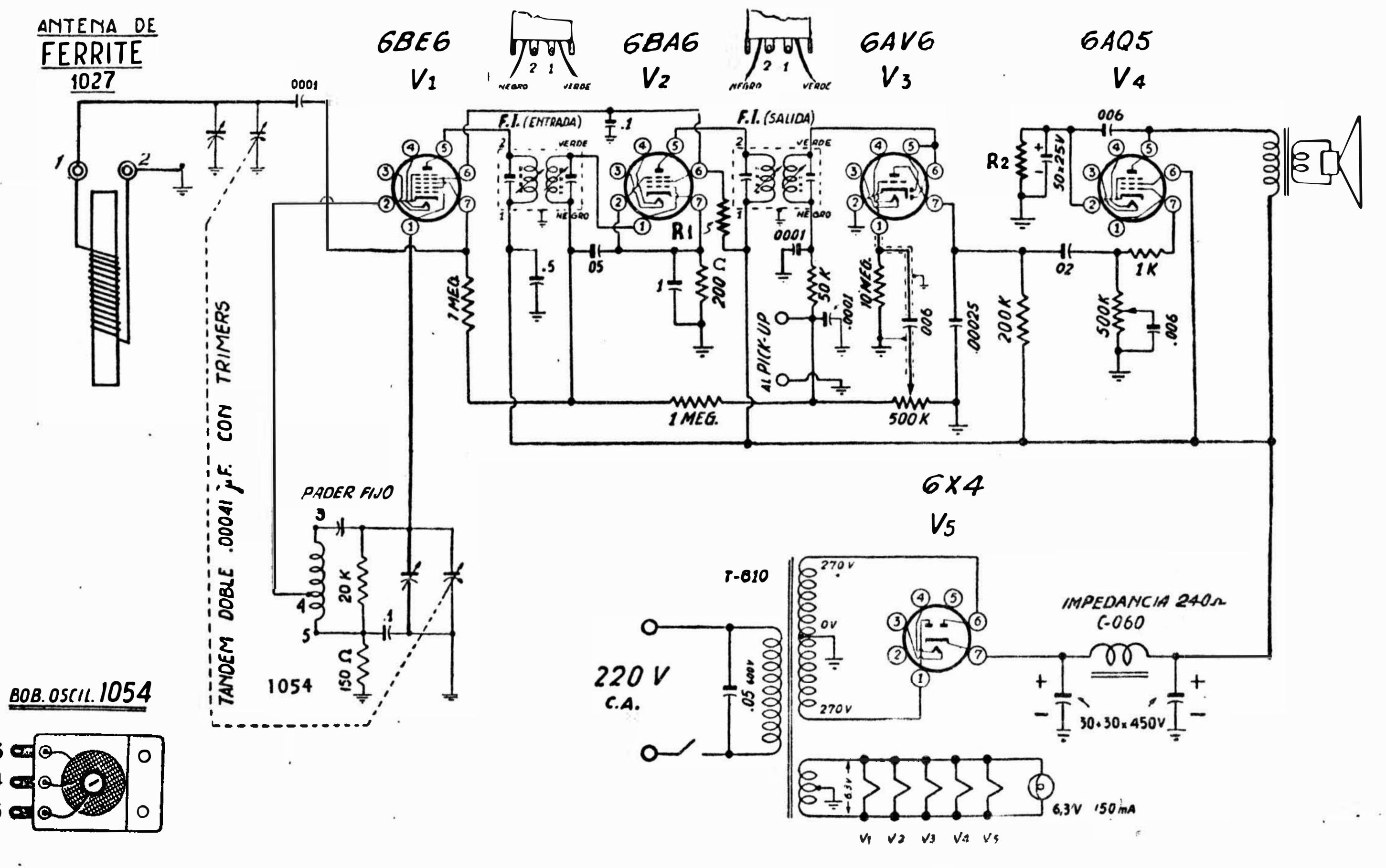


FIG. 246. — Circuito de un receptor de onda larga para corriente alternada que emplea válvulas miniatura y bobina UCOA Nº 578. El parlante debe tener transformador de 5.000 Ohm.

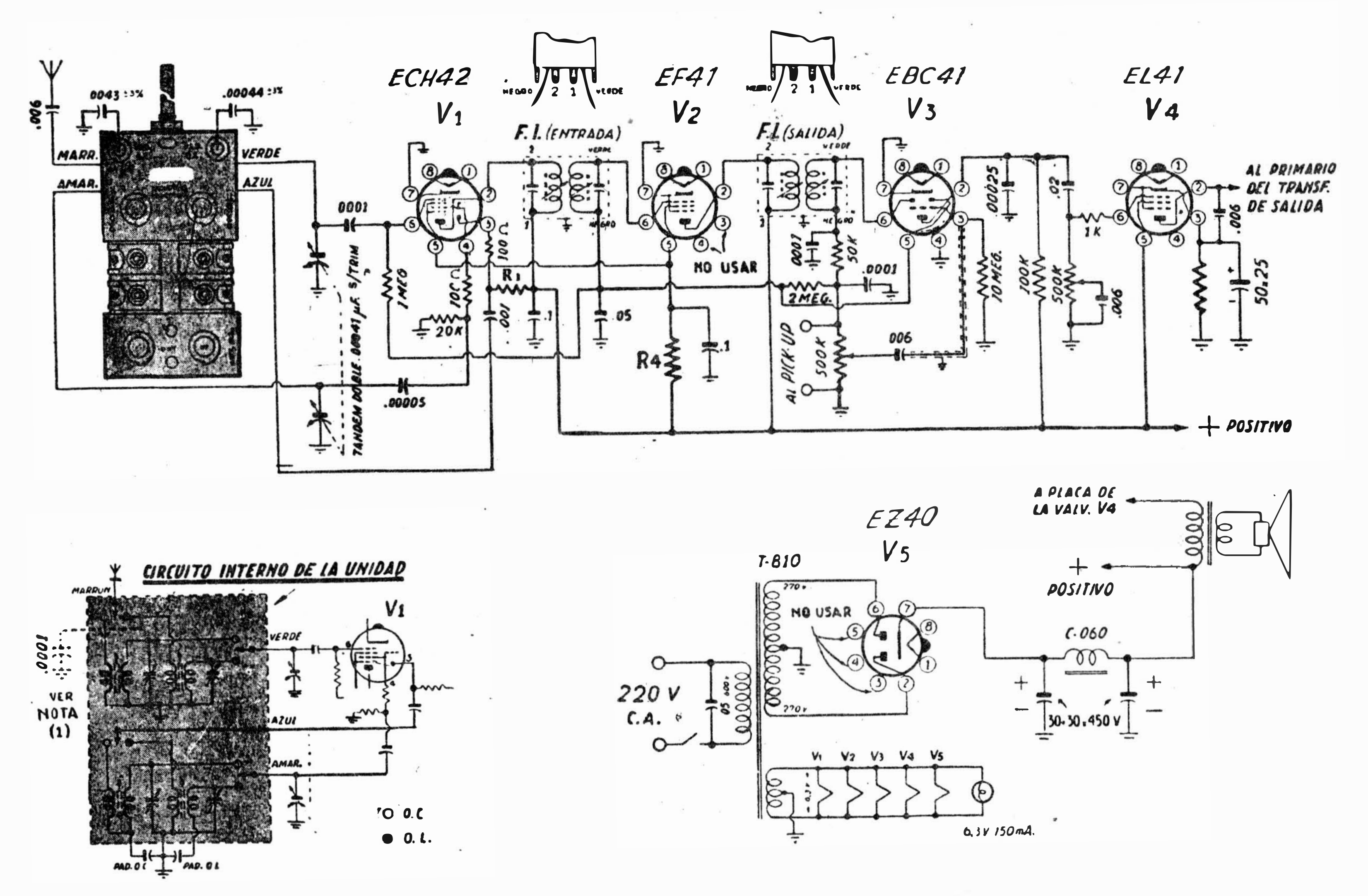


Fig. 247. — Receptor para onda corta y larga y corriente alternada que emplea válvulas técnica A serie E, con bobinas UCOA Nº 565 K. El parlante debe tener transformador de 7.000 Ohm.

El circuito consta de una conversora ECH42 la etapa amplificadora de frecuencia intermedia. con válvula EF41; la detectora combinada con preamplificador de audiofrecuencia, con válvula EBC41, y la amplificadora de potencia EL41. Completa el circuito la rectificadora EZ40.

El juego de bobinas que se eligió para armar este circuito viene con indicaciones precisas sobre la numeración correspondiente a sus distintos terminales.

Para calibrar este receptor se sigue un procedimiento similar al visto en el capítulo XIV en lo que respecta a la frecuencia intermedia, al pader con onda larga y a la sección de antena. El trimer de ésta, se retocará en cada banda hasta obtener máxima salida. Para realizar el ajuste del presente receptor conviene releer el capítulo XIV y seguir las indicaciones que allí se dan.

Hay receptores de onda corta y larga que tienen más de dos bandas de onda y también hay otros que poseen un refinamiento denominado "ensanche de banda". Consiste en una combinación eléctrica o mecánica que amplía una sección o varias comprendidas en la gama de ondas cortas para facilitar la sintonización de las estaciones cuando hay muchas apiñadas en el dial. Esos receptores responden a circuitos comerciales de carácter especial cuyos esquemas acompañan generalmente al juego de bobinas que se adquiera, de manera que no habrá dificultad en armarlos.

Receptores para ambas corrientes, de onda larga

Los receptores que se construyen para alimentación exclusiva con corriente alterna tienen la ventaja de su mejor filtrado en la rectificación, mayor duración de las válvulas por trabajar con bajas tensiones en filamento y no tener potencial de tierra en el chasis, al no quedar conectado directamente al mismo ninguno de los polos de la línea de alimentación. Pero en cambio carecen de la versatilidad de poder conectarse en cualquier línea ya sea de continua o de alterna. Esta es la razón por la cual se han popularizado los receptores llamados universales o para ambas corrientes.

En la figura 248 vemos el circuito de un receptor para onda larga solamente, que funciona indistintamente en corriente continua o alterna. Si observamos el circuito notaremos que es muy parecido al de la figura 246, diferenciándose únicamente en los tipos de válvulas y en el rectificador. Como los filamentos se alimentan en serie, se han elegido válvulas de igual corriente de calefactor, de la serie de 100 miliamper, y como la suma de las tensiones de las mismas no llega a 220 Volt hay que colocar una resistencia de 950 Ohm del tipo contenido en el cordón de alimentación.

La lamparita para el dial se coloca con una resistencia en paralelo de 75 Ohm, de alambre, para evitar que si se funde (lo que ocurre bastante a menudo) interrumpa la serie de todas las válvulas.

La rectificadora es una UY41, y es de media onda únicamente. La placa se conecta a uno de los polos de la línea a través de una resistencia de protección de 150 Ohm, de alambre, y del cátodo se toma el positivo que va al filtro en la misma forma que hemos visto en otros circuitos.

En todos los demás detalles el receptor no se diferencia ni en el armado ni en la calibración del trabajo en la figura 246, de modo que omitiremos mayores detalles remitiendo a lo dicho entonces.

Receptores para corriente continua, de onda larga

Cuando se deba construir un receptor destinado a funcionar en una localidad en que la red eléctrica sea de corriente continua, resulta innecesaria la rectificadora del receptor cuyo esquema se dió en la figura 248. Por tal motivo presentamos el circuito de la figura 249, donde vemos que se ha suprimido la rectificadora.

Los filamentos se conectan aquí en serie, tal como lo hemos explicado anteriormente, y la resistencia contenida en el cordón de alimentación, que va en serie con los mismos, debe ser en este caso de 890 Ohm. La lamparita para el dial va también derivada con una resistencia de alambre de 50 Ohm, cuya función ya fué explicada en la figura 248.

En todo lo que resta, este receptor no se diferencia ni en el armado ni en el ajuste de los demás receptores para onda larga ya vistos. Se hace hincapié en el detalle de que los receptores de corriente continua o los de ambas corrientes conectados en la red de continua deben tener la ficha con la polaridad marcada, puesto que si se invierte la misma no funcionan.

Receptores para corriente continua, de onda corta y larga

Si tomamos el circuito del receptor modelo, figura 199 y le suprimimos la rectificadora, el receptor funcionará solamente en la red de corriente continua. La resistencia del cordón de alimentación deberá ser aumentada a 890 Ohm, porque al faltar el filamento de la 35Z5 GT

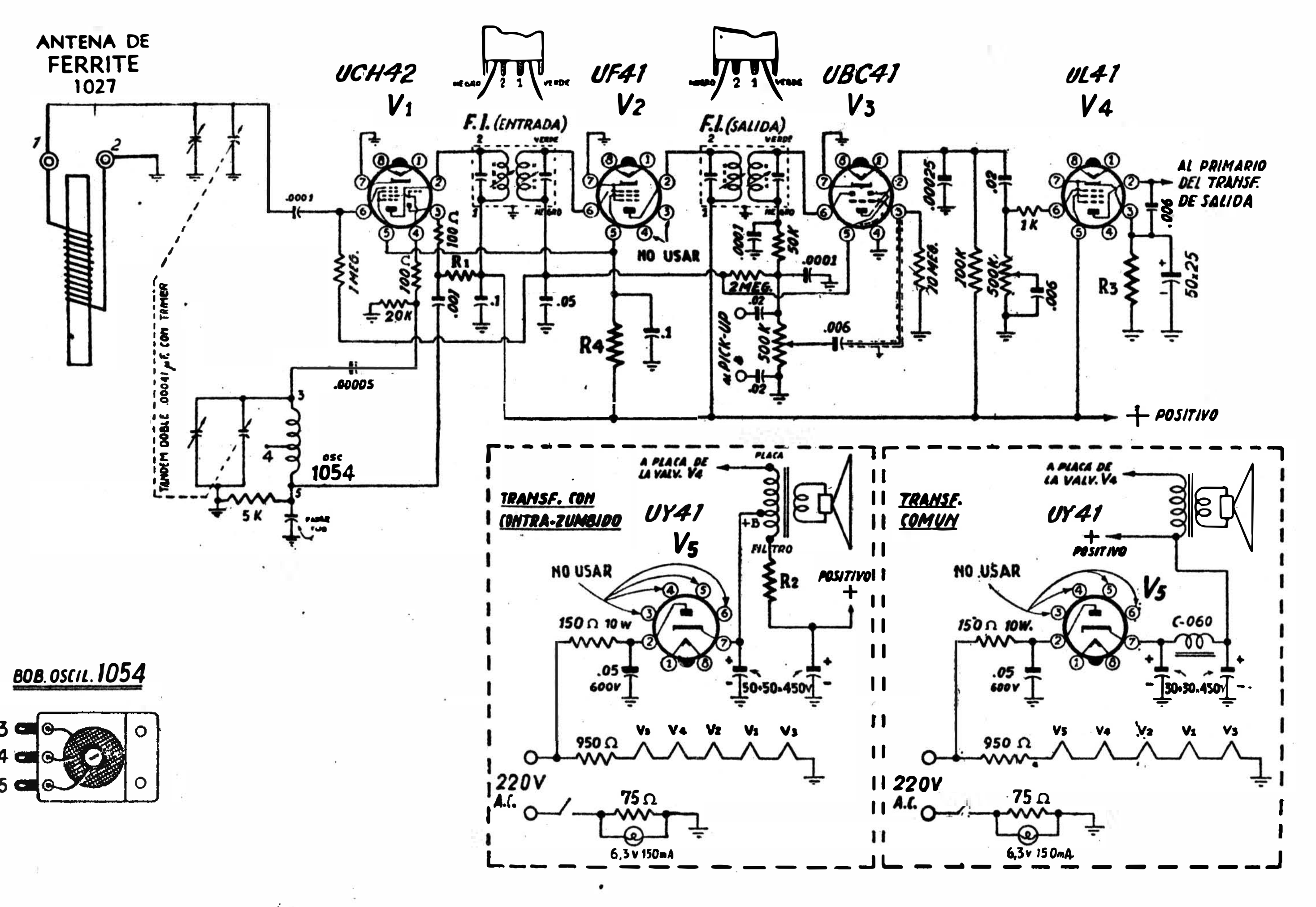


Fig. 248. — Receptor de onda larga para ambas corrientes, que emplea válvulas técnica A serie U, y bobinas UCOA Nº 578. Puede usarse parlante con transformador común de 3.000 Ohm o transformador UCOA contra zumbido.

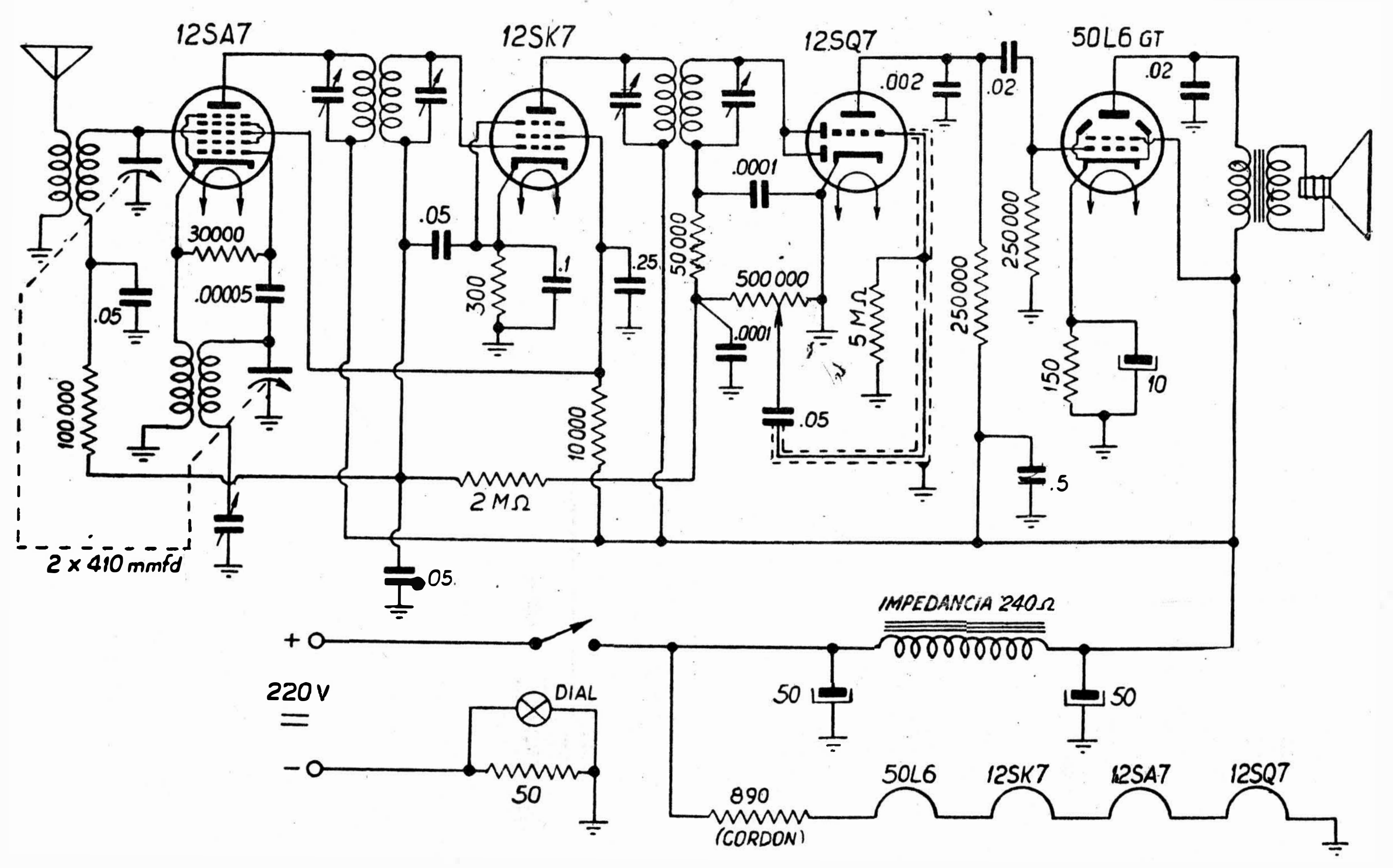


FIG. 250. — Circuito de un receptor de onda larga diseñado para corriente continua de 220 Volt.

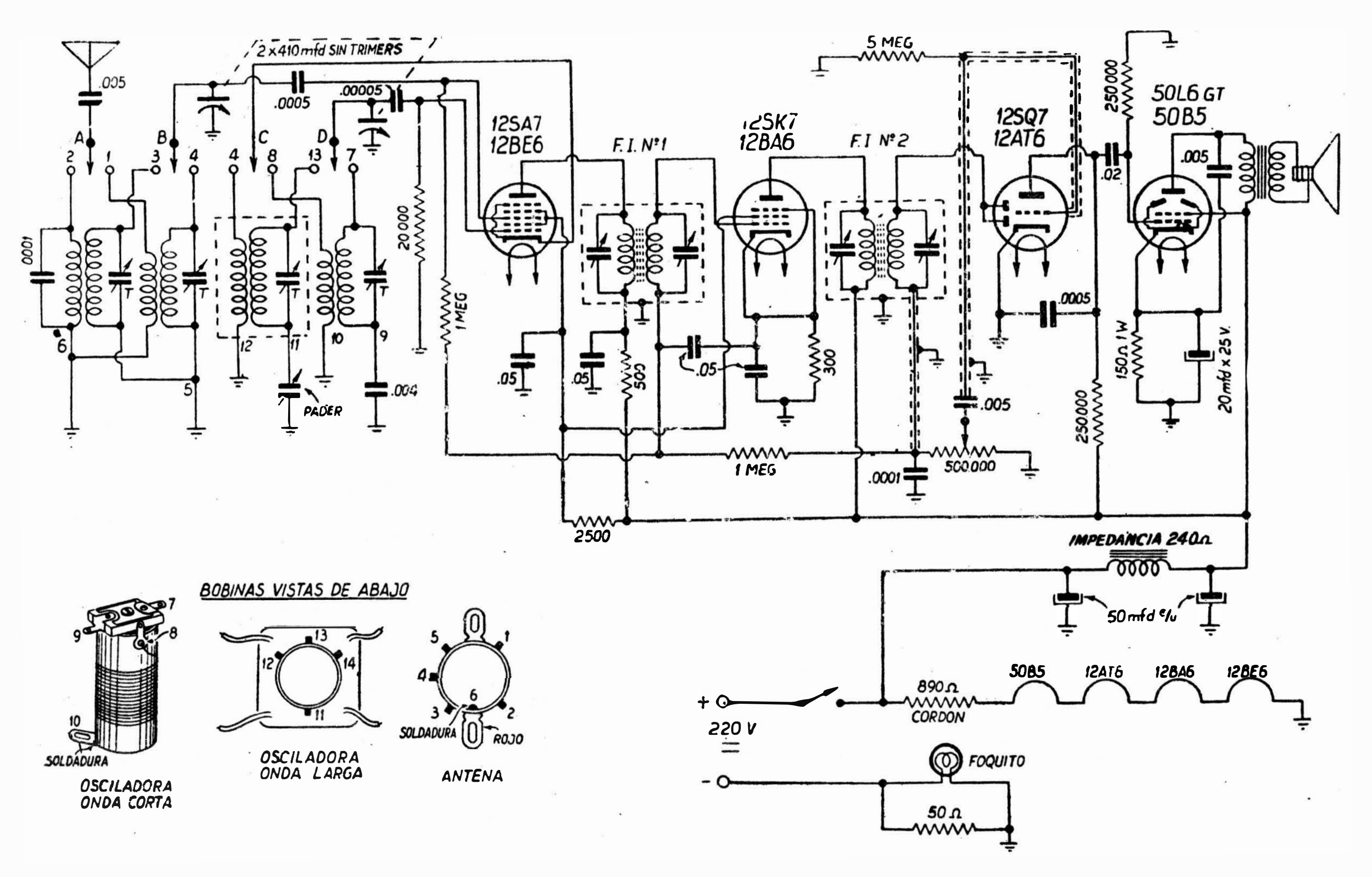


FIG. 250. — Circuito de un receptor de onda corta y larga diseñado para alimentación de corriente continua de 220 Volt.

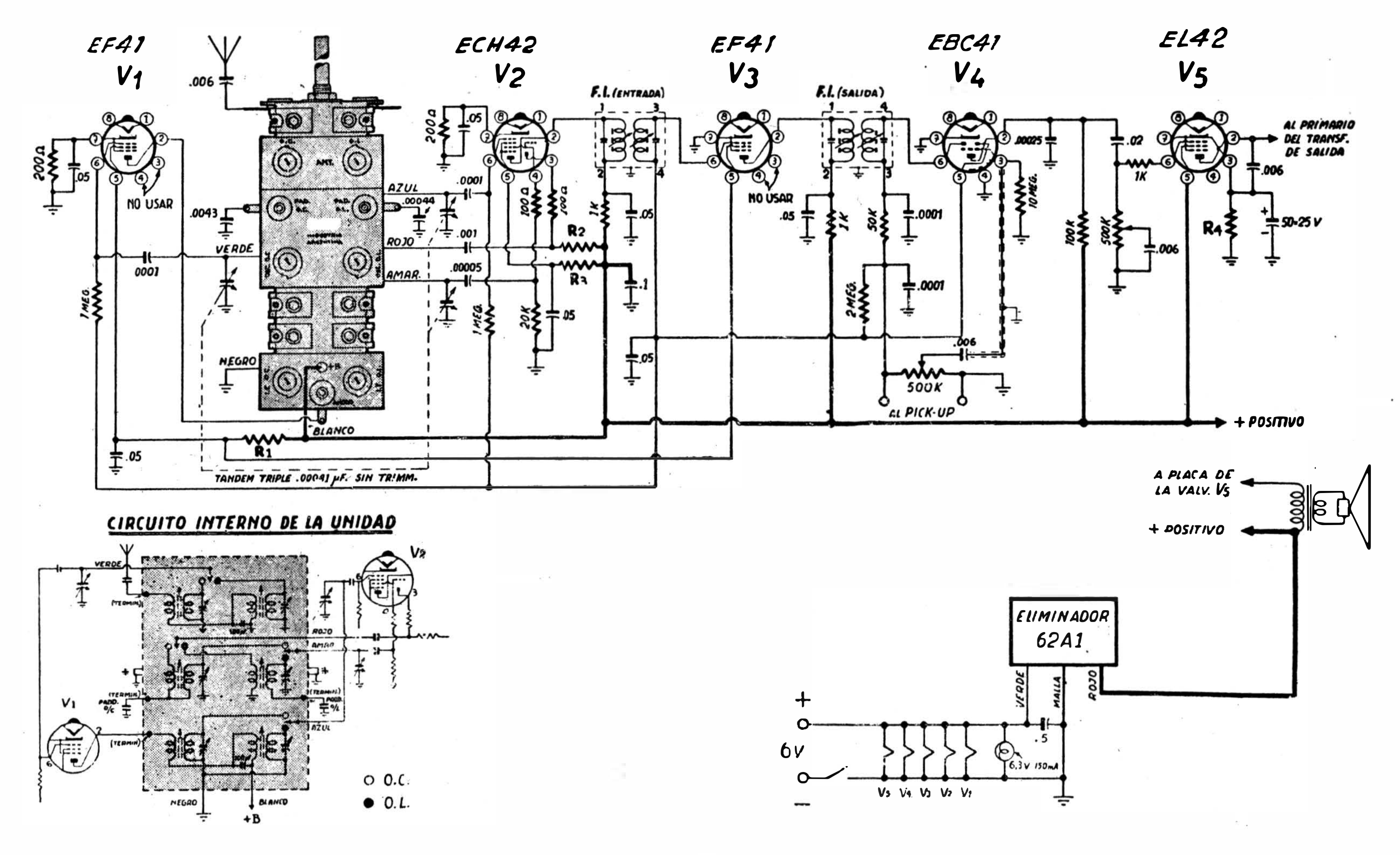


FIG. 251. — Receptor para automóvil, onda corta y larga, alimentación de 6 Volt que usa la unidad precalibrada UCOA Nº 566 K. El parlante debe tener un transformador de 7.000 Ohm.

debe compensarse la omisión con mayor resistencia en serie. Pero damos una variante que emplea distintas bobinas en la figura 250.

El armado y calibración del circuito se hace en la misma forma que para el caso del receptor modelo, por lo que ahorramos la explicación correspondiente. Tanto en este caso como en los precedentes notamos que las diferencias importantes se producen únicamente en la fuente de alimentación, detalle que obliga a cambiar el tipo de válvulas en lo que respecta a su filamento exclusivamente. Otra diferencia grande existe cuando el receptor es de una o más bandas de sintonía, en cuyo caso se altera el conexionado de la sección de R. F. Las partes de frecuencia intermedia, detección y amplificación de audiofrecuencia son similares en todos los receptores comunes, habiendo a veces ligeras diferencias en las resistencias de polarización, especialmente en el pentodo final de potencia.

Receptores para automóvil

Cuando la fuente de alimentación disponible es una batería de acumuladores de 6 Volt, lo primero que hay que hacer es convertir esa tensión continua en alterna y luego elevarla hasta unos 200 o más Volt mediante un transformador; hecho esto se la rectifica para disponer otra vez de tensión continua. Toda esa operación se hace mediante un vibrador o eliminador cuyo esquema puede observarse en la figura 251.

El circuito en sí no se diferencia de los otros vistos para onda corta y larga, salvo en la fuente de alimentación que aquí es completamente distinta y en que se ha empleado una unidad de R. F. precalibrada. Los filamentos de las válvulas se alimentan todos directamente con el acumulador del auto. No aparece la válvula rectificadora porque los vibradores modernos tienen doble juego de contactos en la lengüeta vibrante, uno para convertir en alterna la tensión continua de la batería y otro para rectificar la tensión alterna contenida en el secundario del transformador elevador. Fuera del detalle de la fuente de alimentación, notamos en el esquema que sólo en esto se apartan de los circuitos ya considerados.

Receptores para embarcaciones

Muchos de los pequeños barcos fluviales y lanchas de cierto calado tienen como fuente eléctrica un generador de 32 Volt, acompañado por una batería de acumuladores. El caso entonces es similar al del automóvil, pues esa tensión es muy baja para alimentar las placas de un receptor.

Se recurre otra vez al empleo de los vibradores, sólo que en este caso es para 32 Volt. El circuito del receptor se ve en la figura 252, y lo hemos diseñado para onda corta y larga, con etapa amplificadora de radiofrecuencia sintonizada porque los barcos deben poder sintonizar estaciones de onda corta en general.

Las válvulas empleadas y los valores de los elementos pueden consultarse en el esquema, notándose que la serie de filamentos ha debido ser compensada en parte con una resistencia, para formar un conjunto que presente en total una tensión de 32 Volt a un consumo de 0,4 Amper. La válvula 6K6 GT absorbe en filamento esa corriente, pero las otras son de 0,3 Amper, por cuya razón se conecta la resistencia de alambre de 250 Ohm que drena los 0,1 Amper restantes. El ajuste de este circuito se hace en la misma forma explicada para el caso de la figura 247, pues notamos inmediatamente que en la sección de R. F. son casi idénticos.

Receptores portátiles para pilas y baterías

Muchas veces se desea poner un receptor que pueda llevarse a cualquier parte y que funcione sin necesidad de conectarlo a la red eléctrica La fuente de alimentación en este caso debe estar formada por una pila para los filamentos y una batería para las placas.

En la figura 253, se muestra el esquema de un receptor de esta naturaleza. Se notará que, pese a que las etapas están dispuestas en la misma forma que para los otros circuitos, hay diferencias importantes. La sección de entrada de radiofrecuencia está formada aquí por una antena de ferrite, que constructivamente se coloca en la parte posterior del receptor. La conversora 1R5 utiliza la realimentación de la osciladora en el circuito de pantalla.

La amplificadora de frecuencia intermedia 1T4 y la detectora 1S5 combinada con un pentodo preamplificador de audiofrecuencia, tienen su conexionado muy parecido a lo que ya se ha tratado anteriormente. El pentodo de salida 3S4 presenta la particularidad de que la tensión de polarización para la grilla se toma de una resistencia intercalada en el retorno del negativo de la batería de placa, en lugar de la clásica resistencia de cátodo.

Para evitar que se gasten las baterías al quedar conectadas inadvertidamente se emplea una llave doble, una de cuyas secciones corta la pila de filamentos y la otra la batería de placa de 67,5 Volt.

La calibración de este circuito se hace siguiendo el procedimiento ya conocido, ajustando primero el pader. Se ajustará luego el trimer de la

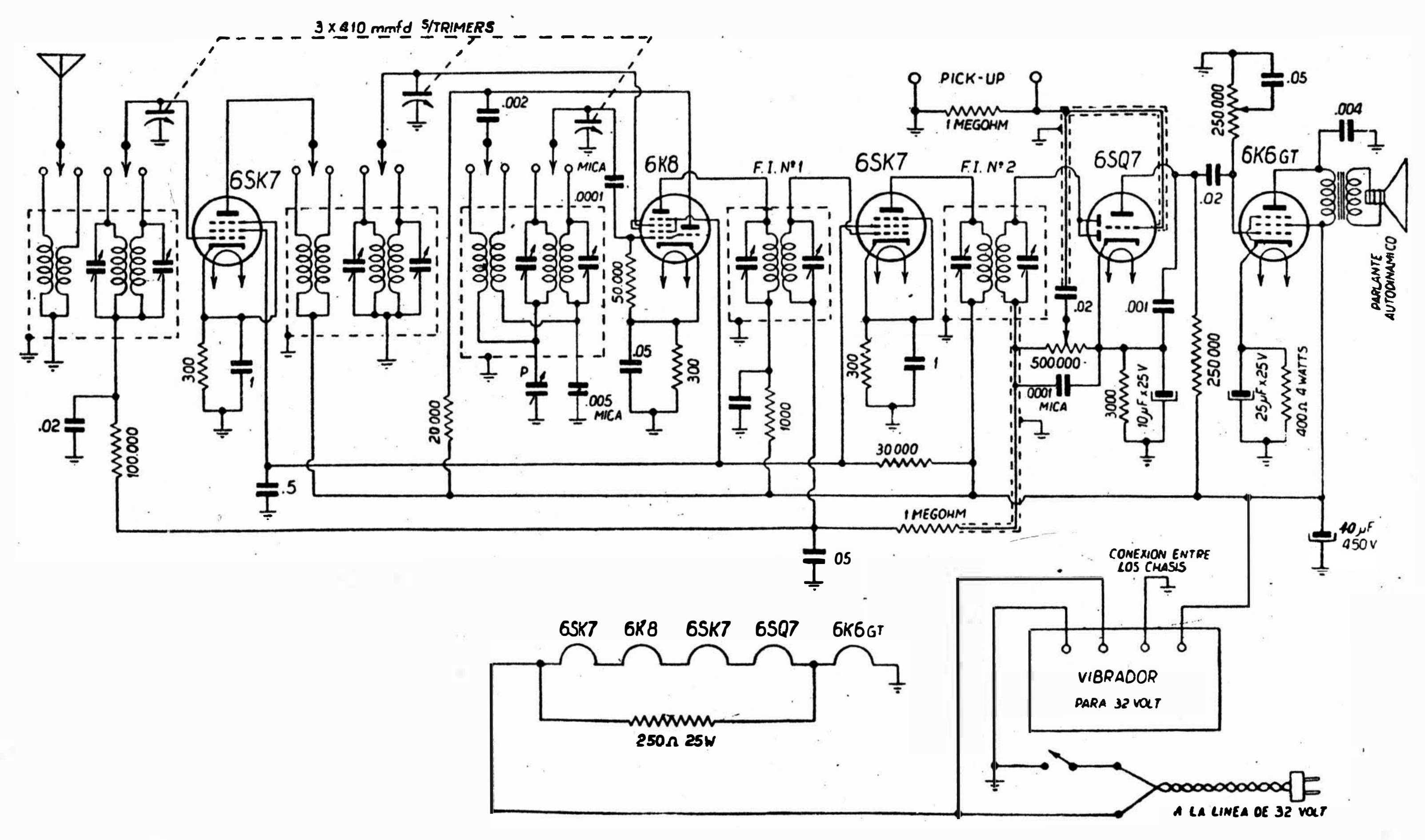


FIG. 252. — Esquema de un receptor para onda corta y larga que funciona con una tensión de alimentación de 32 Volt., que es común en embarcaciones.

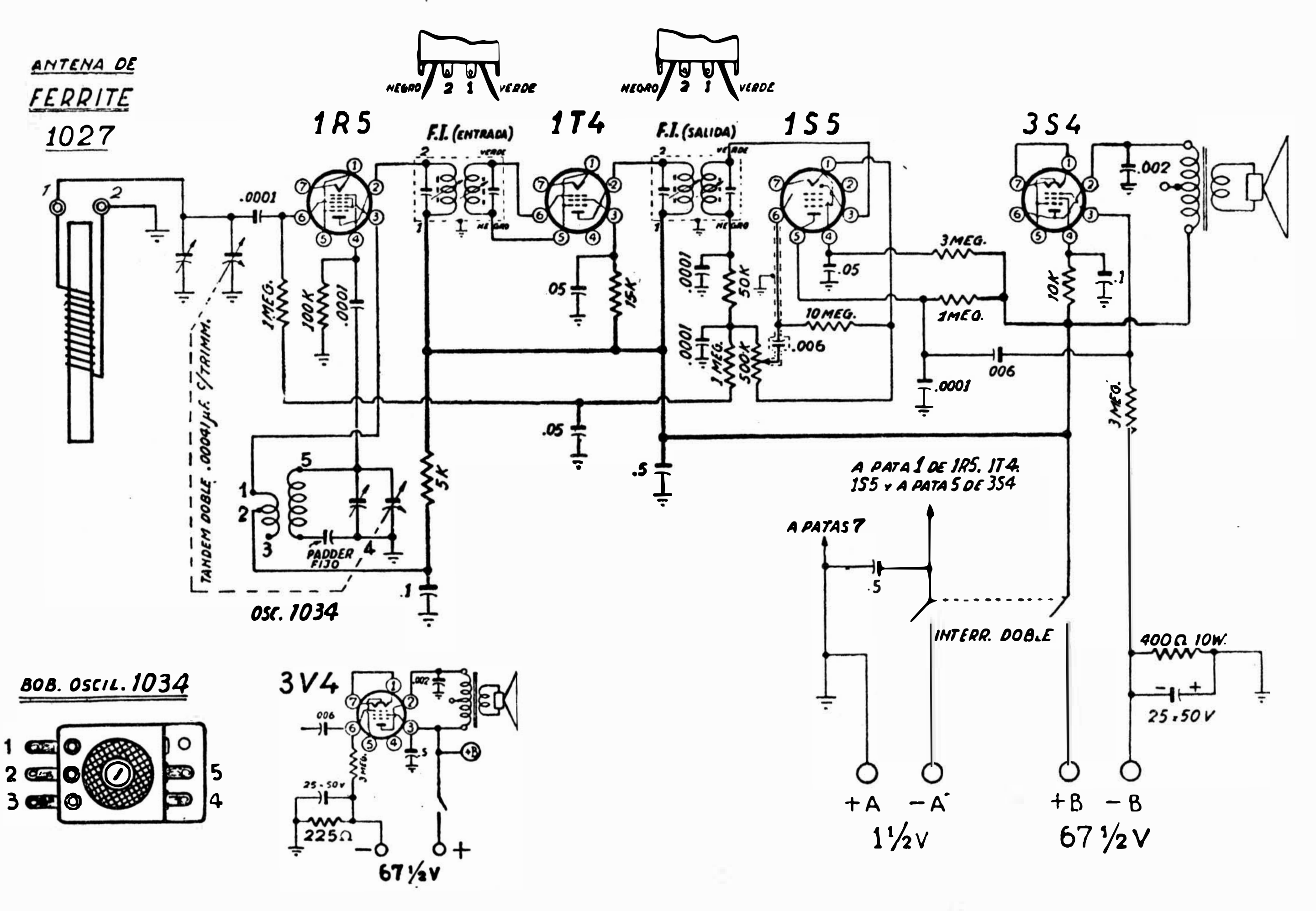


Fig. 253. — Circuito de un receptor portátil, a pila y batería, con válvulas miniatura y bobinas UCOA Nº 579. El parlante debe tener transformador de 5.000 Ohm.

sección de antena del tandem en el extremo del dial que corresponde a las frecuencias mayores, en la forma explicada en el capítulo XIV.

Receptor para el campo a pilas y baterías

En la figura 254 vemos un circuito de un receptor para onda corta y larga destinado a funcionar en lugares donde no se dispone de red eléctrica de distribución. Para el modelo se eligió, un circuito que funciona con dos etapas amplificadoras de frecuencia intermedia, para obtener mayor sensibilidad.

Los filamentos funcionan con 1,5 Volt, proporcionados por dos pilas secas en paralelo, y los circuitos de placas y pantallas con dos baterías de 45 Volt cada una, en serie, dando en conjunto 90 Volt. La polarización de grilla del pentodo final de potencia se toma aquí también de una resistencia intercalada en el retorno del negativo de la batería de placa. En el circuito vemos que con un simple interruptor se corta simultáneamente la alimentación de filamentos y de placa.

En los detalles restantes, este esquema no se aparta fundamentalmente de los vistos anteriormente y la calibración se hace en la forma explicada para el receptor de la figura 247, ya que sus secciones de R. F. son similares.

Receptores con alimentación universal múltiple

Combinando un receptor que funcione en ambas corrientes con uno que lo haga con pilas y baterías, puede armarse un circuito que sirva tanto en la ciudad como en el campo. Existen ya diversos esquemas comerciales, de entre los que se ha tomado al azar el que se muestra en la figura 255. En el mismo una llave especial permite pasar de alimentación eléctrica a pilas y baterías.

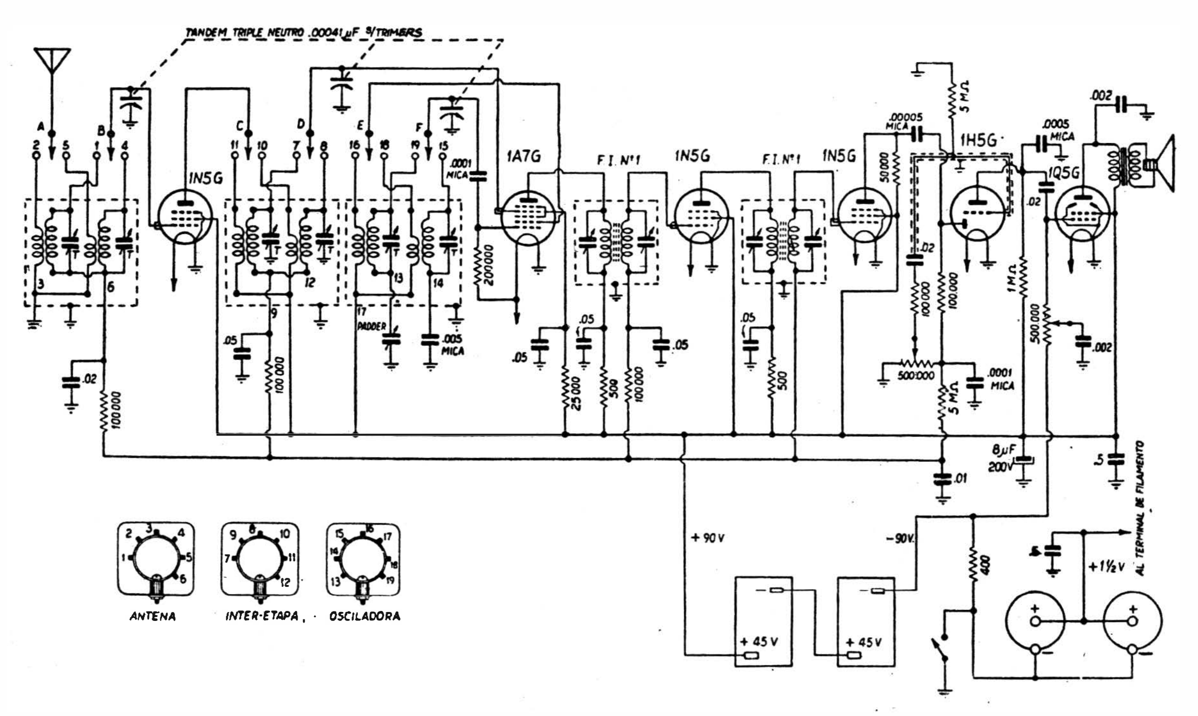


Fig. 254. — Circuito de un receptor para el campo, alimentado con pilas y baterias.

En la parte superior del esquema vemos un circuito casi ordinario para onda corta y larga que ya nos es familiar. La diferencia estriba en la sección inferior donde tenemos la combinación mencionada en la fuente de alimentación. Este receptor también puede construirse con las válvulas miniatura utilizadas en el esquema de la figura 253, con lo que resultaría de menor tamaño. No insistimos en las cuestiones relativas a la calibración, conexionado, etc., porque sería repetir lo dicho ya muchas veces. Sólo es es advertir que las válvulas de muy bajas tensiones en

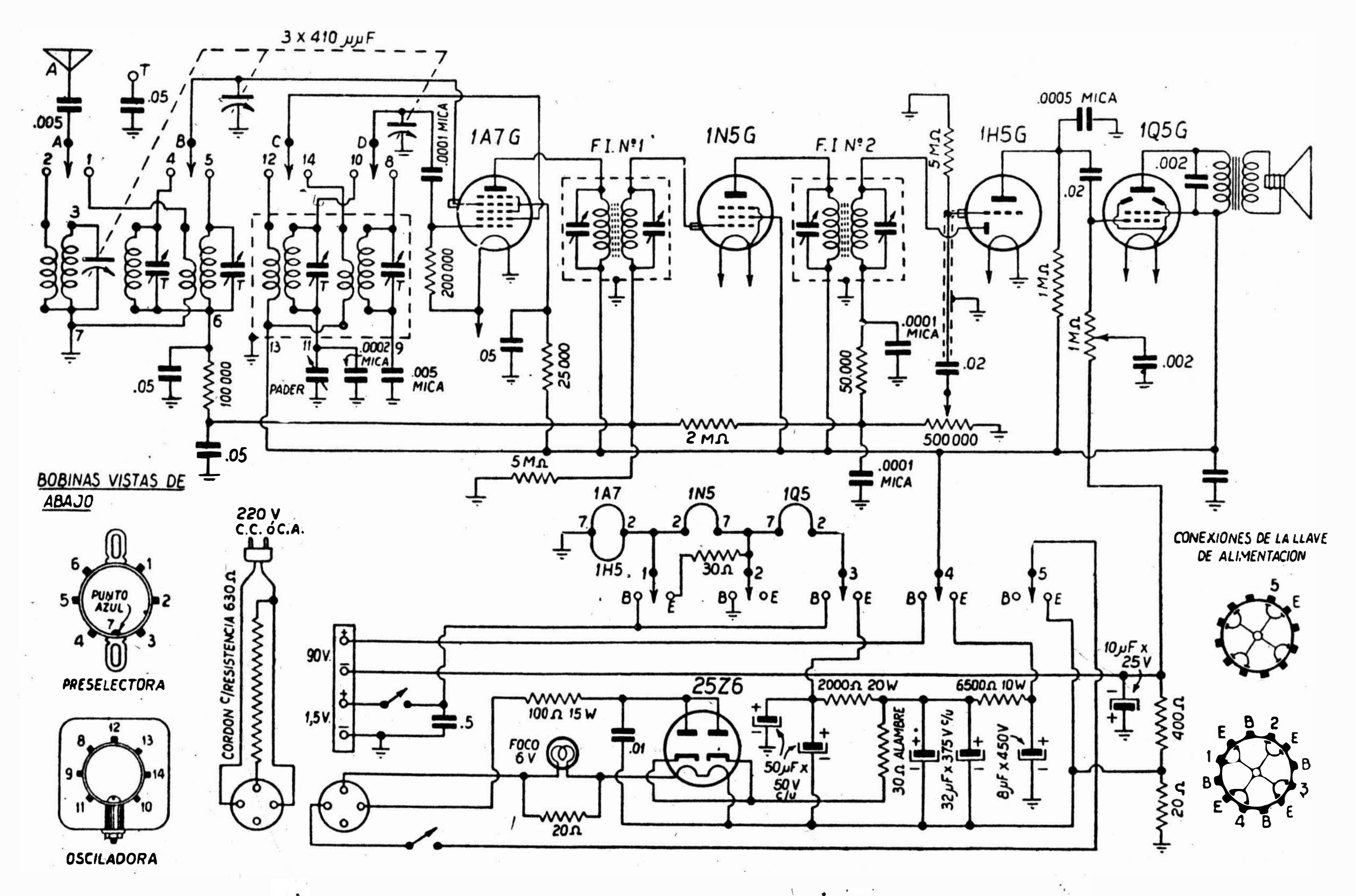


FIG. 255. — Esquema de un receptor para onda corta y larga que puede funcionar con corriente continúa o alterna y además con pilas y baterías.

filamento, que por añadidura no tienen cátodo, no funcionan muy bien en corriente alterna porque aparecen zumbidos inducidos por los mismos filamentos. Además, tanto en continua como en alterna las fluctuaciones de la tensión afectan notablemente la vida de las válvulas.

Receptores combinados con tocadiscos

Para reproducir grabaciones musicales de discos se utiliza un motor para hacerlo girar y un captador o pick-up que se conecta a la entrada de un amplificador de audiofrecuencia. En el caso de un receptor al cual se le quiera hacer esta adición, hay que colocar una llave que permita permutar la entrada de la sección de audiofrecuencia eligiendo entre la conexión que viene del detector y la conexión que viene del pick-up. En la figura 256 se muestra la forma de conectar esta llave en un receptor común para corriente alterna, aunque la misma disposición podría adaptarse a cualquier otro tipo de receptor.

La llave utilizada es un inversor común de un polo y dos posiciones, cuyo punto central va al control de volumen del receptor y cuyos terminales marcados 1 y 2 en el esquema van al detector y al polo activo del pick-up respectivamente. El otro polo del cristal es la masa metálica del mismo y va conectado a la malla metálica que se indica con línea de puntos en la figura y que constituye una envoltura del cable, sirviéndole de blindaje para evitar la captación de zumbidos.

El motor que tiene el tocadiscos va conectado directamente a la red, insertando un interruptor para ponerlo en marcha cuando se desea. Este motor debe ser adquirido para la clase de corriente disponible en la red, sea continua o alterna; hay motores para ambas corrientes que sirven indistintamente en cualquier red.

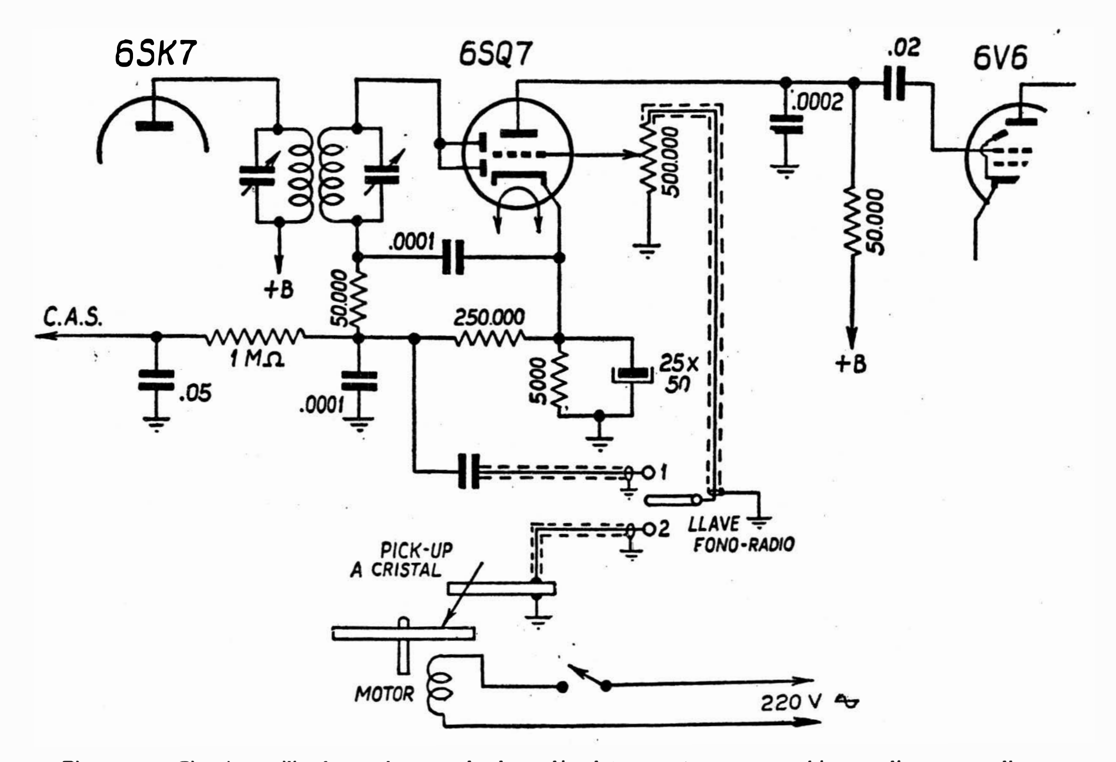


Fig. 256. — Circuito utilizado en la entrada de audio del receptor para combinar radio y toca-discos.

Un mayor refinamiento lo constituyen los cambiadores automáticos de discos, en los cuales mediante una serie de mecanismos se consigue que la puesta en marcha, colocación del pick-up, cambio de discos y detención del motor se realicen sin la intervención de persona alguna. Las conexiones eléctricas del cambiador automático son iguales que las del tocadiscos común, pues tiene dos terminales para conectar el motor eléctrico y dos para el pick-up; todo lo demás está incluído dentro del mismo cambiador.

Si el pick-up no fuera del tipo piezoeléctrico,

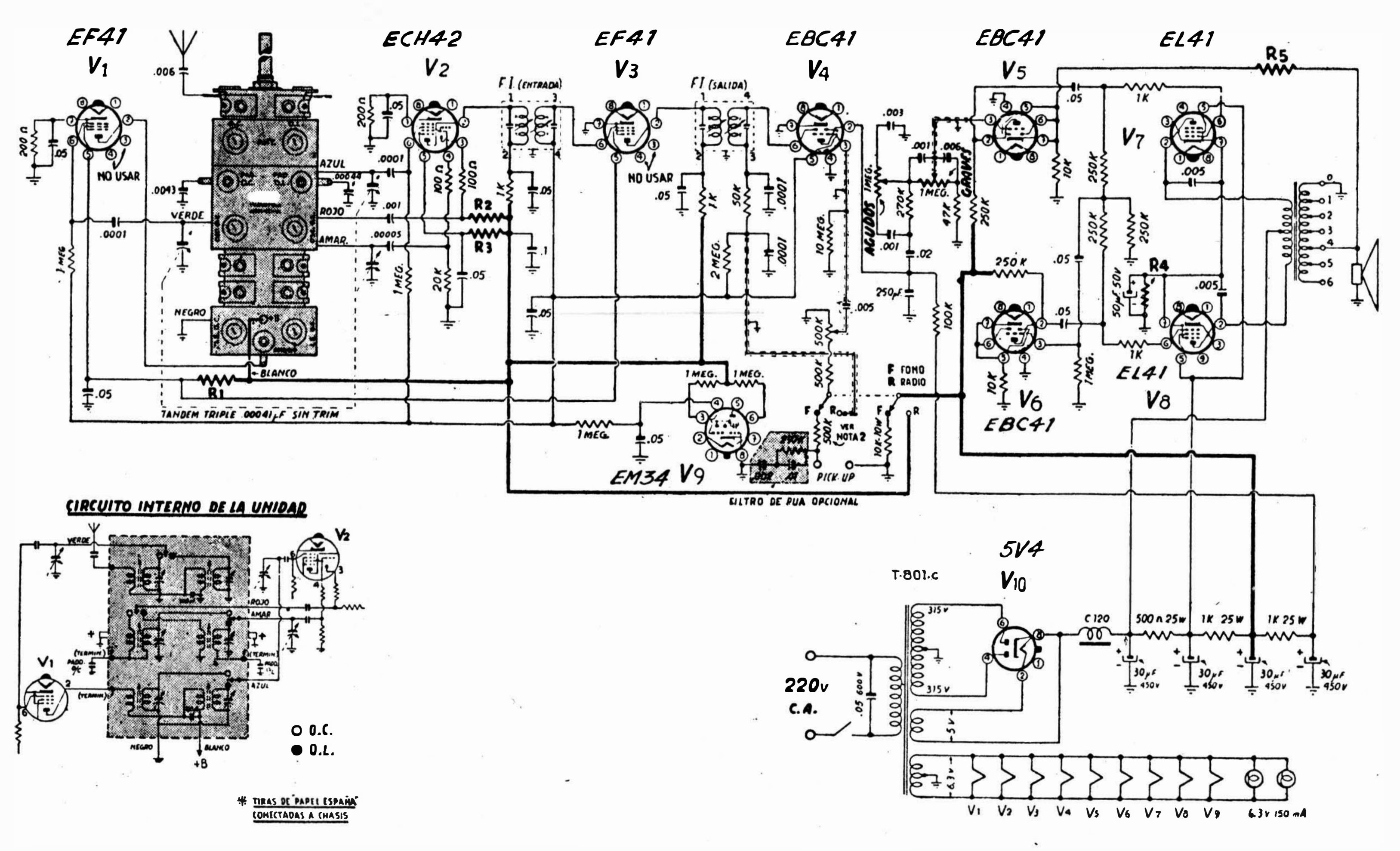


Fig. 257. — Circuito de un receptor combinado con tocadiscos, alimentación de corriente alternada, onda corta y larga y salida simétrica de 9 Watt. Lleva la unidad precalibrada UC●A Nº 566 K y parlante con transformador simétrico de 7.000 ●hm.

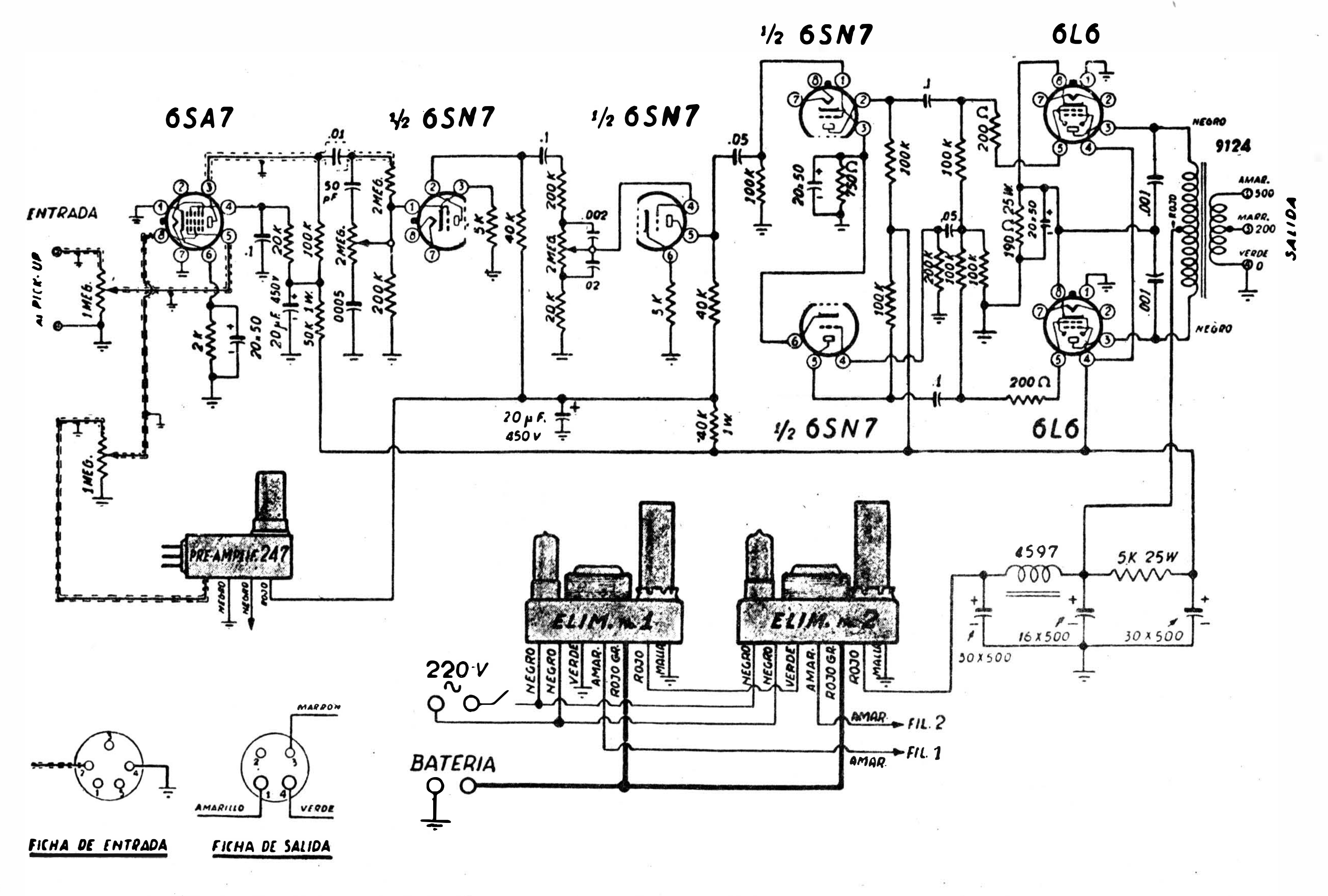


Fig. 258. — Amplificador de audiofrecuencia de 30 Watt de salida que puede usarse indistintamente en la red de 220 Volt de alternada o con una batería de 6 Volt. Se emplearon elementos UCOA.

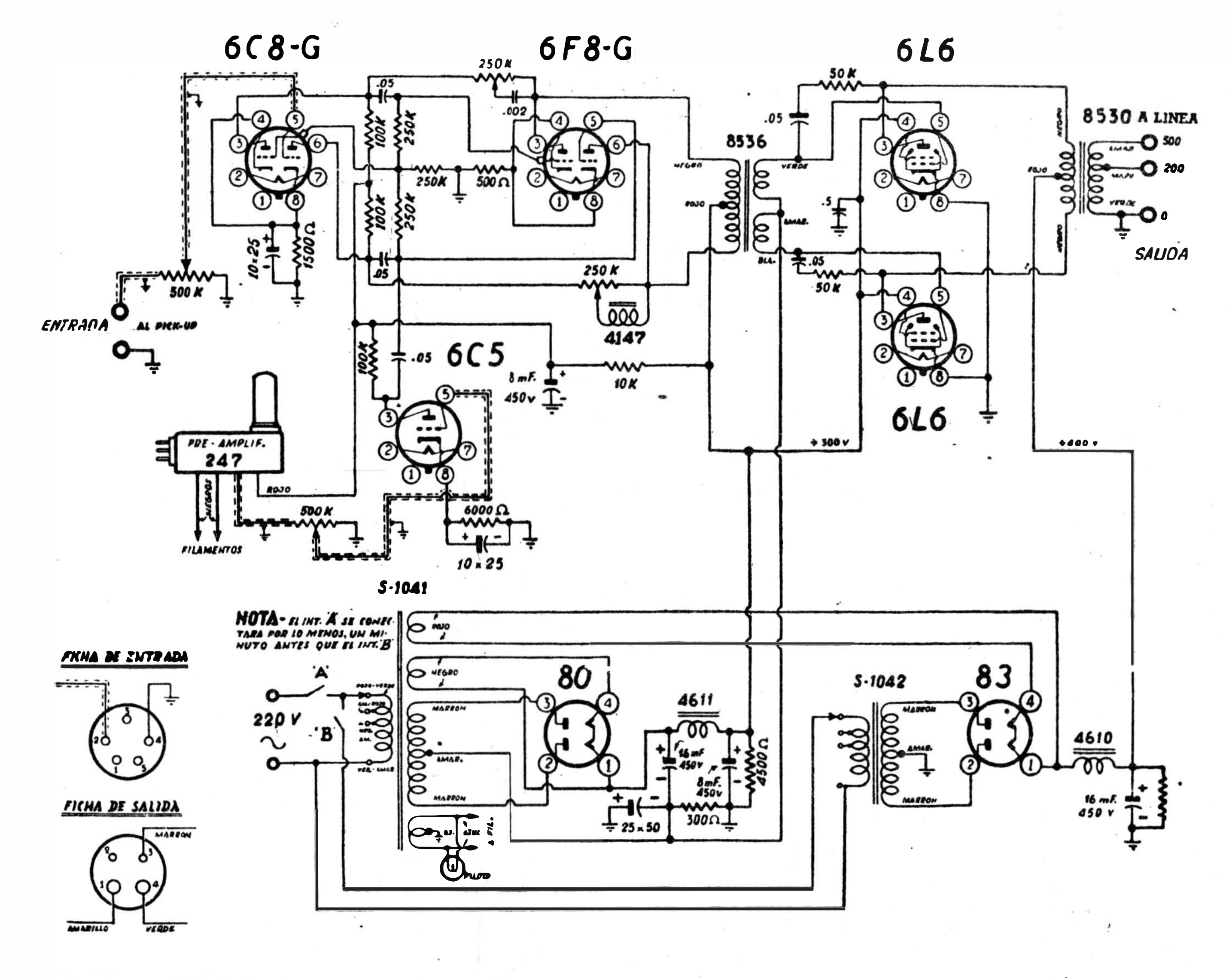


Fig. 259. — Amplificador de audiofrecuencia de 55 Watt de salida. Con alimentación de corriente alternada de 220 Volt. Emplea elementos UCOA.

o sea "a cristal", no será suficiente en general la amplificación que proporciona el triodo contenido en la válvula detectora y habrá que agregar una etapa más de preamplificación. Para ello nos remitimos a la figura siguiente, donde se satisface esa exigencia.

La figura 257 muestra el esquema completo de un equipo refinado, que es un receptor de onda corta y larga, con alimentación para corriente alternada, indicador visual de sintonía y salida con amplificador simétrico y realimentación negativa. Se trata de un equipo ideal para hacer aparatos combinados de alta calidad, que rinde una potencia de salida de 9 Watt.

Amplificadores de audiofrecuencia

Es muy común usar para reuniones deportivas o fiestas, equipos amplificadores de audiofrecuencia para hacer escuchar por el público la música o la palabra. A la entrada de estos amplificadores se aplican micrófonos y fonocaptores para el fin señalado. Los circuitos utilizados son muy variados, y generalmente se eligen de acuerdo con la potencia máxima necesaria, la que está vinculada al volumen del ambiente en que han de funcionar y con la clase de fuente de alimentación disponible.

Describiremos dos circuitos de los más comunes, uno de potencia media y gran versatilidad de alimentación y otro de gran potencia, apropiado para su uso al aire libre, donde no se puede estimar el volumen del recinto, por razones obvias.

El primer amplificador suministra unos 30 Watt de salida y puede ser alimentado tanto desde la red de corriente alternada como con un acumulador de 6 Volt, para su uso en camiones, etc. La figura 258 da el esquema general, en el que podemos ver que tiene dos válvulas 6L6 a la salida, las que son comunes en equipos amplificadores. El fonocaptor se conecta directamente a la entrada, pero el micrófono debe ser aplicado previamente a un preamplificador, cosa que se indica en el esquema. Estos preamplificadores pueden ser armados siguiendo un esquema, pero son muy sensibles a la captación de zumbidos y a producir oscilaciones, por la gran ganancia, por lo que se suele adquirirlos ya armados, que es el caso de la figura 258. En este caso se emplearon elementos de una misma marca, que son: el transformador de salida, el preamplificador, los dos eliminadores y la impedancia. El transformador de salida tiene en el secundario una impedancia alta, para poder conectar combinaciones de parlantes, y cada uno de ellos debe tener un transformador del tipo denominado *para línea,* ya sea de 200 o de 500 Ohm.

El otro equipo que vemos en la figura 259 es de mayor potencia, unos 55 Watt, y emplea también las válvulas 6L6 a la salida, pero en clase AB_2 de trabajo. Es un equipo que requiere mayor cuidado de elaboración, buena constancia de la fuente de tensión, y válvulas de salida en buenas condiciones. Para la constancia de la alimentación se recurre a dos fuentes, una de las cuales, la 83, es a vapor de mercurio, la que tiene precisamente esa propiedad, y alimenta solamente las válvulas finales. La otra rectificadora alimenta al resto del equipo, y es del tipo común.

En este caso, para poder aplicar el micrófono a la entrada del amplificador, se recurre también a un preamplificador de fabricación comercial, que pertenece a la misma fábrica del transformador de salida y las impedancias. Sobre el transformador de salida ya explicamos en el caso del amplificador anterior las características, pero hay que hacer la salvedad que en el presente se usa uno más grande, por ser mayor la potencia en juego.

Podríamos dibujar muchos otros esquemas de amplificadores, pero no debe olvidarse que hemos visto algunos en el sexto día, de modo que no abundaremos en detalles.

Al lector:

Hace pocos días prometimos que la lectura de esta obra iba a proporcionarle conocimientos de Radio suficientes para dedicarse a ella como actividad lucrativa o como afición interesante. Y bien, el lector tiene ahora la palabra...

Hace muchos años ya que el que escribe comenzó a sentir entusiasmo por esta apasionante ciencia moderna, y muchas son las satisfacciones recibidas en ese lapso. Pero más que encontrar ratos amables en la construcción de equipos de radio, han sido más gratos los dedicados a la enseñanza, tanto en aulas como en las páginas impresas. La obra presente ve la luz con la esperanza que el nuevo procedimiento didáctico adoptado sea útil a los lectores; por eso hemos dicho al final del párrafo anterior que ellos tienen la palabra. Será altamente grato recibir sus impresiones, pues permitirán al autor adoptar las sugerencias que resulten de interés, como lo ha hecho hasta el presente en sus libros anteriores, que son varios.

Sirvan estas palabras de despedida, aunque no puede serlo en forma absoluta, pues subsiste un sutil lazo que vincula a lector y autor cada vez que aquél abre el libro. ¡Quién sabe qué clase de onda establece ese vínculo, y cuál es esa frecuencia!...

INDICE

APRENDA RADIO EN 15 DIAS

por CHRISTIAN GELLERT
bajo la dirección técnica del
ING. FRANCISCO L. SINGER

Una vez más dispone el público lector de una obra práctica por excelencia, que en muy pocos días le enseñará una ciencia nueva, la ciencia de hoy y con mayor razón del mañana. Este libro pertenece a la serie magistral del prestigioso autodidacta Christian Gellert, quién, bajo la autorizada dirección del conocido profesional Ing. Francisco L. Singer, ha dedicado sus esfuerzos a la enseñanza de materias difíciles en forma fácil. No hay dificultades, no hay desarrollos matemáticos, no hay pérdidas de tiempo; un poco de dedicación y pueden aprovecharse fructíferamente unas vacaciones o una convalescencia para aprender algo nuevo, algo que puede representar una muy lucrativa actividad.

La Editorial HISPANO AMERICANA S. A. brinda al público de habla castellana un libro llamado a emular el éxito de Aprenda Electricidad en 15 Días y Aprenda Televisión en 15 Días. En realidad esta obra ya ha sido editada anteriormente y reeditada, pero sus autores la han remozado de tal manera que puede considerarse nueva. Las fotos del armado progresivo del receptor modelo son nuevas, para utilizar materiales más modernos. En fin, que se trata de un libro más nuevo, más moderno, más completo.

EDITORIAL HISPANO AMERICANA S. A
Alsina 731 Buenos Aires

OTRAS OBRAS TECNICAS
PUBLICADAS POR ESTA EDITORIAL

del Ing. FRANCISCO L. SINGER

MANUAL DEL INGENIERO ELECTRICISTA

Un volumen de 580 páginas, con 457 figuras, numerosas tablas y gráficos. La obra de consulta indispensable para técnicos e ingenieros de la especialidad.

TRATADO DE BOBINADOS

Un volumen de 400 páginas y 275 figuras, que contiene la teoría, cálculo, trazado y reparación de los bobinados de todo tipo de máquinas eléctricas.

RADIO SERVICE INTEGRAL

Un volumen de 500 páginas con 400 figuras. El libro más completo sobre la materia.

TRATADO DE TELEVISION

Un volumen con 540 páginas, con 500 figuras. Incluye el proceso progresivo de armado de un televisor experimental con numerosas fotografías.

TRATADO DE ELECTRICIDAD

Un volumen de 400 páginas, con 222 figuras. Contiene los principios básicos de esta importante rama de la Física, con numerosos ejemplos prácticos, circuitos y problemas. Cubre los programas de las Escuelas Industriales y Escuelas Fábricas de la Nación.

TRATADO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Un volumen de más de 400 páginas, con 255 figuras. Valioso auxiliar para estudiantes y que constituye la obra de consulta para técnicos e ingenieros en la materia.

EL LABORATORIO DE RADIO Y TV

Un volumen de 340 páginas, con 247 figuras. Contiene la descripción del instrumental y su uso para el ajuste, revisión y reparación de equipos de radio y televisión.

●

de CHRISTIAN GELLERT

APRENDA ELECTRICIDAD EN 15 DIAS

APRENDA TELEVISION EN 15 DIAS

APRENDA MOTORES EN 15 DIAS

APRENDA TRANSISTORES EN 15 DIAS

EDITORIAL HISPANO AMERICANA S A
Alsina 731 Buenos Aires

Editorial
H.A.S.A.

H. A. S. A.
APRENDA RADIO EN 15 DIAS
CHISTIAN GELLERT